

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA PROCESOS MUCHIK S.R.L
PARA LA DISMINUCIÓN DE RETRASOS Y RECHAZOS DE
PEDIDOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

MARIA BELEN ARISTI VERA

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA
<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA PROCESOS MUCHIK
S.R.L PARA LA DISMINUCIÓN DE RETRASOS Y
RECHAZOS DE PEDIDOS**

PRESENTADA POR:

MARIA BELEN ARISTI VERA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Oscar Vásquez Gervasi
PRESIDENTE

Vanessa Castro Delgado
SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios, por haberme dado la vida, por permitirme llegar hasta este momento y por bendecirme, también dedico este trabajo a mis padres por ser mis pilares y el ejemplo perfecto de esfuerzo, amor y dedicación en la vida para lograr grandes cosas y ser mejor persona y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar conmigo día a día y ser mi ayuda espiritual y por brindarme su protección.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y por su esfuerzo y sacrificio que lograron que sea la persona que soy.

Al Ing. Maximiliano Arroyo Ulloa por la orientación en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos dentro y fuera de la universidad, que en algún momento me apoyaron física y emocionalmente y sirvieron como aliento para seguir adelante.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo es realizado en la empresa Procesos Muchik S.R.L., que se dedica a la fabricación y comercialización de Fertilizantes, la cual no cuenta con un sistema de planificación y control de producción, encontrando varios problemas y desorden en la empresa generando pérdidas, por lo que se aplicarán metodologías adecuadas, actualizadas; aprendidas a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial; así como se realizarán mejoras necesarias con el objetivo de disminuir retrasos y rechazos de pedidos; atendiendo totalmente la demanda y así, de esta forma la empresa pueda obtener beneficios.

Aristi Vera María Belén.

ÍNDICE

| | | |
|--------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 13 |
| II. | MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA | 15 |
| 2.1. | ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... | 15 |
| 2.2. | FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 18 |
| 2.2.1. | Sistemas de planificación y control de la producción | 18 |
| 2.2.2. | Planificación y control de la producción..... | 20 |
| 2.2.3. | Planificación, programación y control de la producción..... | 22 |
| 2.2.4. | Indicadores de producción y productividad. | 28 |
| 2.2.5. | Otros indicadores importantes..... | 29 |
| 2.2.6. | Método Guerchet..... | 30 |
| 2.2.7. | Estudio de tiempos | 31 |
| III. | RESULTADOS | 33 |
| 3.1. | DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA..... | 33 |
| 3.1.1. | LA EMPRESA | 33 |
| 3.2. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN | 35 |
| 3.2.1. | Productos..... | 35 |
| 3.2.2. | Materiales e insumos..... | 37 |
| 3.2.3. | Proceso de Producción | 43 |
| 3.2.4. | Sistema de producción | 44 |
| 3.2.5. | Análisis para el proceso de producción..... | 44 |
| 3.2.6. | Indicadores actuales de producción y productividad | 57 |
| 3.3. | IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN | 66 |
| 3.3.1. | Problema N°1: Pedidos no atendidos por la empresa | 66 |

| | |
|---|-----|
| 3.3.2. Problema N° 2: Cuello de botella y baja utilización de capacidad | 66 |
| 3.3.3. Problema N° 3: distribución de planta | 67 |
| 3.4. EVALUAR LAS HERRAMIENTAS Y/O METODOLOGÍAS A UTILIZAR PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA..... | 68 |
| 3.5. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN..... | 71 |
| 3.6. NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD..... | 106 |
| 3.6.1. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES | 116 |
| 3.6.2. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL | 117 |
| 3.6.3. COSTO BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS..... | 121 |
| IV. CONCLUSIONES..... | 131 |
| V. RECOMENDACIONES | 132 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 133 |
| VII. ANEXOS..... | 135 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Comparación entre los sistemas MRP, HPP, JIT Y OPT | 19 |
| Tabla 2. Porcentaje de utilización de las filosofías en las distintas empresas..... | 20 |
| Tabla 3. Ventajas y desventajas de la Planeación agregada | 25 |
| Tabla 4. Tabla Mundel | 32 |
| Tabla 5. Demanda histórica de pedidos vs pedidos atendidos de Marzo 2016 a Julio 2017 | 36 |
| Tabla 6. Ficha técnica del compost orgánico..... | 38 |
| Tabla 7. Ficha técnica de Roca fosfórica..... | 39 |
| Tabla 8. Ficha técnica de yeso..... | 40 |
| Tabla 9. Abastecimiento de materiales | 41 |
| Tabla 10. Información sobre operarios | 42 |
| Tabla 11. Suministro de energía eléctrica..... | 43 |
| Tabla 12. Tiempo en minutos de observaciones de cada actividad del proceso productivo..... | 46 |
| Tabla 13. Tabla de Mundel..... | 47 |
| Tabla 14. Cálculo de observaciones considerando los rangos de la tabla de Mundel..... | 48 |
| Tabla 15. Medición de las actividades (minutos) | 49 |
| Tabla 16. Cuadro resumen DOP | 50 |
| Tabla 17. Cuadro resumen DAP | 52 |
| Tabla 18. Producción promedio de Marzo del 2016 a Julio 2017 | 57 |
| Tabla 19. Resumen de producción diaria | 59 |
| Tabla 20. Costo por operario | 60 |
| Tabla 21. Total de materia prima necesitada | 60 |
| Tabla 22. Total costo de materia prima por 31 sacos de 50 kg..... | 60 |
| Tabla 23. Costo de energía al mes | 61 |
| Tabla 24. Costo por saco | 61 |
| Tabla 25. Costo de Producción..... | 61 |
| Tabla 26. Número de pedidos rechazados de marzo 2016 a marzo 2017 | 63 |
| Tabla 27. Cantidad de pedidos no ingresados de marzo 2016 a julio 2017 | 65 |
| Tabla 28. Confrontación de criterios basados en la identificación de problemas en el sistema de producción | 68 |
| Tabla 29. Escala de preferencia..... | 69 |
| Tabla 30. Asignación de puntajes por metodología..... | 69 |
| Tabla 31. Resultados del método ponderado | 70 |
| Tabla 32. Importación de Fertilizantes | 71 |
| Tabla 33. Proyección de producción de fertilizantes | 72 |
| Tabla 34. Participación en el mercado..... | 73 |
| Tabla 35. Ficha técnica de la máquina mezcladora | 74 |
| Tabla 36. Ficha técnica de la tamizadora..... | 75 |
| Tabla 37. Ficha técnica de la secadora | 76 |
| Tabla 38. Ficha técnica de la granuladora | 77 |
| Tabla 39. Ficha técnica del tamiz 2 | 78 |
| Tabla 40. . Dimensiones de los equipos utilizados en el área de producción | 79 |
| Tabla 41. Cálculo del coeficiente (k)..... | 79 |
| Tabla 42. Superficie total del área de producción | 80 |
| Tabla 43. Cuadro resumen DOP mejorado 1 | 83 |
| Tabla 44. Cuadro resumen DAP mejora 1 | 85 |
| Tabla 45. Tiempo de abastecimiento de materia prima por parte de los proveedores. | 85 |
| Tabla 46. Materia prima requerida diaria | 87 |
| Tabla 47. Requerimiento de materia prima para producción semanal (6 días a la semana) | 87 |
| Tabla 48. Materia prima requerida en sacos de 50kg | 87 |
| Tabla 49. Planificación de requerimiento de materiales del año 2018 | 89 |
| Tabla 50. Tiempo empleado por operario para la alimentación compost al proceso de mezclado | 93 |
| Tabla 51. Tiempo empleado por operario para la alimentación de yeso al proceso de mezclado | 94 |
| Tabla 52. Tiempo empleado por operario para la alimentación de roca fosfórica al proceso de mezclado | 94 |
| Tabla 53. Cuadro de resumen del tiempo de preparación de materiales para el mezclado | 95 |
| Tabla 54. Ficha técnica de la carretilla | 96 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 55. Tiempo empleado por operario para la alimentación de compost al proceso de mezclado | 97 |
| Tabla 56. Tiempo empleado por operario para la alimentación de yeso al proceso de mezclado | 98 |
| Tabla 57. : Tiempo empleado por operario para la alimentación de roca fosfórica al proceso de mezclado | 98 |
| Tabla 58. Cuadro de resumen del tiempo de preparación de materiales para el mezclado mejorado | 99 |
| Tabla 59. Cuadro resumen DAP (mejora 2) | 100 |
| Tabla 60. Requerimiento de materia prima para producción semanal en kilogramos | 101 |
| Tabla 61. Requerimiento de materia prima para producción semanal en bolsas de 50 kg. | 102 |
| Tabla 62. Planificación de requerimiento de materiales del año 2018 | 103 |
| Tabla 63. Costo por operario | 107 |
| Tabla 64. Total de materia prima necesitada | 107 |
| Tabla 65. Total costo de materia prima por 100 sacos de 50kg | 107 |
| Tabla 66. Costo de energía al mes | 108 |
| Tabla 67. Costo por saco | 108 |
| Tabla 68. Costo de producción | 108 |
| Tabla 69. Cumplimiento de pedidos con la mejora 1 | 110 |
| Tabla 70. Costo por operario | 112 |
| Tabla 71. Total de materia prima necesitada | 112 |
| Tabla 72. Total costo de materia prima por 124 sacos de 50 kg | 112 |
| Tabla 73. Costo de energía al mes | 113 |
| Tabla 74. Costo por saco | 113 |
| Tabla 75. Costo de producción con la mejora 2 | 113 |
| Tabla 76. Cumplimiento de pedidos con la mejora 2 | 115 |
| Tabla 77. Cuadro comparativo de indicadores (Propuesta 1) | 116 |
| Tabla 78. Cuadro comparativo de indicadores (Propuesta 2) | 116 |
| Tabla 79. Costo total del monitoreo ambiental | 120 |
| Tabla 80. Máxima producción con mejora | 121 |
| Tabla 81. Demanda de Marzo del 2016 a Julio 2017 | 121 |
| Tabla 82. Proyección de la demanda | 123 |
| Tabla 83. Inversión tangible | 124 |
| Tabla 84. Inversión intangible | 124 |
| Tabla 85. Inversión total | 124 |
| Tabla 86. Costo de energía con la mezcladora | 125 |
| Tabla 87. Salarios | 125 |
| Tabla 88. Materia prima requerida del 2017 al 2019 | 126 |
| Tabla 89. Costo de Materia prima del 2017 al 2019 | 126 |
| Tabla 90. Análisis económico propuesta 1 | 127 |
| Tabla 91. Máxima producción con mejora | 128 |
| Tabla 92. Proyección de la demanda | 129 |
| Tabla 93. Análisis económico propuesta 2 | 130 |
| Tabla 94. Comparativo de propuestas | 130 |

Lista de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Ubicación de Procesos Muchik S.R.L..... | 33 |
| Figura 2. Organigrama de la empresa..... | 34 |
| Figura 3. Presentación del producto Multiphos 50 kg. | 35 |
| Figura 4. Compost orgánico | 38 |
| Figura 5. Roca Fosfórica | 39 |
| Figura 6. Yeso Agrícola | 40 |
| Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de fertilizantes Multiphos..... | 45 |
| Figura 8. Diagrama de Operaciones de Fertilizante Multiphos | 50 |
| Figura 9. Diagrama de análisis de proceso de fertilizantes Multiphos | 51 |
| Figura 10. Almacén de producto terminado y materia prima (materia prima) | 53 |
| Figura 11. Almacén de producto terminado y materia prima (producto terminado) | 53 |
| Figura 12. Área de producción (vista 1) Fuente: Procesos Muchik S.R.L. | 54 |
| Figura 13. Área de producción (vista 2) | 54 |
| Figura 14. Área de producción (3)..... | 55 |
| Figura 15. Diagrama de recorrido del proceso de producción..... | 56 |
| Figura 16. Gráfico de barras de los pedidos de fertilizantes realizados, entregados y rechazados..... | 64 |
| Figura 17. Proyección de la demanda según la importación | 72 |
| Figura 18. Diagrama Relacional de actividades | 81 |
| Figura 19. Diagrama de recorrido del proceso de producción mejorado..... | 82 |
| Figura 20. Diagrama de Operaciones de Fertilizante Multiphos mejora 1 | 83 |
| Figura 21. Diagrama de Análisis de procesos de Fertilizante Multiphos | 84 |
| Figura 22. Diagrama de O-T (minutos)..... | 86 |
| Figura 23. Estructura por niveles para MRP 1 | 88 |
| Figura 24. Diagrama de análisis de proceso mejorado | 100 |
| Figura 25. Diagrama O-T en horas propuesta 2 | 101 |
| Figura 26. Estructura por niveles para mrp 2 | 102 |
| Figura 27. Variación de la demanda | 122 |

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Pomalca - Lambayeque , en la empresa Procesos Muchik S.R.L. dedicada a la elaboración y comercialización de productos utilizados en campos y suelos agrícolas, esta se ve afectada por muchos factores debido a la falta de una planificación y control de la producción, lo cual genera que no se cumplan con los plazos de entrega de los pedidos pactados a sus clientes, generando así una cantidad de ventas que no se realizan y que se reflejan en ingresos económicos no percibidos para la empresa sumando un total de S/ 791 188,00.

Esta investigación propone planificar y controlar la producción introduciendo las herramientas necesarias y esenciales que permitan atender adecuadamente la demanda, para lo cual se diagnosticará la situación actual de planificación y control de la producción de la empresa Procesos Muchik S.R.L., se desarrollará una propuesta de planificación y control de la producción y se realizará un análisis costo- beneficio de la propuesta para evaluar si es rentable o no. De tal manera que se ayude a la minimización de retrasos y rechazos de pedidos en la empresa y se obtenga un beneficio.

Además este proyecto busca aprovechar y mejorar los procesos aplicados como también mostrar la real aplicación de un sistema de planificación, generando nuevas alternativas de mejorar la manera de organización en la gestión de la empresa.

Con la aplicación de este proyecto se obtuvo que las actividades improductivas se redujeron en un 1,59% para el escenario 1 y en un 9,77% para el escenario 2. La eficiencia económica incrementó en un 103,74% para el escenario 1 y para el escenario 2 aumentó en 132,89%. El cuello de botella para ambos escenarios se redujo en un 50% y el nivel de servicio aumentó a un 164,83% cumpliendo así con todos los pedidos y satisfaciendo la demanda, evitando los retrasos y rechazos de pedidos

Palabras clave: Producción, fertilizante, planificación y control de la producción, MRP.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the district of Pomalca - Lambayeque, in the company Procesos Muchik S.R.L. dedicated to the production and marketing of products used in agricultural fields and soil, this is affected by many factors due to the lack of planning and control of production, which means that the delivery times of the orders are not met agreed to their clients, thus generating a number of sales that are not made and that are reflected in economic income not received for the company adding a total of S / 791 188.00.

This research proposes to plan and control the production introducing the necessary and essential tools that allow to adequately meet the demand, for which the current situation of planning and control of the production of the company Procesos Muchik SRL will be diagnosed, a planning and development proposal will be developed. control of the production and a cost-benefit analysis of the proposal will be carried out to evaluate whether it is profitable or not. In such a way that it helps to minimize delays and rejections of orders in the company and a profit is obtained.

In addition, this project seeks to take advantage of and improve the applied processes as well as show the real application of a planning system, generating new alternatives to improve the way of organization in the management of the company.

With the application of this project it was obtained that unproductive activities were reduced by 1.59% for scenario 1 and by 9.77% for scenario 2. Economic efficiency increased by 103.74% for scenario 1 and for scenario 2 it increased by 132.89%. The bottleneck for both scenarios was reduced by 50% and the service level increased to 164.83% thus fulfilling all the orders and satisfying the demand, avoiding delays and rejections of orders

Keywords: *Production, fertilizer, planning and production control, MRP.*

I. INTRODUCCIÓN

Para Aguado (2012) La agricultura juega un papel crucial en la economía de los países en desarrollo y brinda la principal fuente de alimentos, ingresos y empleo a sus poblaciones rurales. La tecnificación de la agricultura y el uso eficiente de las tierras es fundamental para alcanzar la seguridad alimentaria, reducir la pobreza y alcanzar un desarrollo integral sostenible.

INEI (2012) el 43,9% de los productores (971 mil 200 productores) usaron fertilizantes químicos en sus cultivos habiéndose incrementado en casi el 50% respecto a 1994. Sin embargo, según datos del IV Censo Nacional Agropecuario, el 61,9% del total de productores agropecuarios (1 millón 370 mil productores) utilizan algún tipo de abono orgánico, mientras que el 38,1% no aplica este tipo de abono. Los productores de la Sierra (1 millón 75 mil) lo aplican en mayor medida mientras que, en la Costa y Selva en menor cantidad. Después del 2009, el consumo de fertilizantes se disparó llegando a considerables cifras, este incremento en su mayoría por parte de América latina, es debido a las mejoras de la infraestructura de transporte y prevén un gran crecimiento de la demanda en la región. Latinoamérica representa un tercio del crecimiento mundial del consumo de fertilizantes fosfatados.

Procesos Muchik S.R.L. es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de fertilizantes utilizados en campos y suelos agrícolas. Se fundó en Chiclayo en el 2014 y su producto más demandado es el “Multiphos” el cual tiene un precio más asequible y competitivo con respecto a la competencia. Este producto se comercializa en bolsas de 50kg. Desde febrero del 2015.

Esta empresa cuenta con una planta de procesamiento con una dimensión de 1 500m², destinada a la recepción de materia prima e insumos y el almacenamiento del producto final, cabe recalcar que ambos (materia prima y producto fina) están ubicados en un mismo almacén. Actualmente el proceso de producción de la empresa presenta problemas debido a motivos internos, uno de ellos y el más importante es la falta de planificación control de la producción; motivo por el cual presenta incumplimientos y retrasos de pedidos, lo que no le permite a la empresa mejorar la eficiencia productiva, incrementar sus ventas ni fidelizar clientes y esto nos lleva a preguntarnos ¿De qué manera una mejora en la planificación y control de la producción permitirá lograr la disminución de retrasos y rechazos de pedidos?.

En la presente investigación se planteó como objetivo general realizar una propuesta de planificación y control de la producción para lograr la disminución de retrasos y rechazos de pedidos, teniendo como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual de planificación y control de la producción de la empresa; evaluar las herramientas y/o metodologías a utilizar para el desarrollo de la propuesta; desarrollar una propuesta de planificación y control de la producción en la empresa para permitir la disminución de retrasos y rechazos de pedidos y finalmente evaluar el costo beneficio en la propuesta.

La justificación del trabajo es poder contribuir a la mejora de la empresa aplicando metodologías aprendidas a lo largo de la vida universitaria, para que la empresa logre el

equilibrio requerido y se reduzcan los ingresos no percibidos y por ende aumentar ganancias.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Yang, Arndt y Lanza (2016) "A flexible simulation support for production planning and control in small and medium enterprises" talk about that today's planning systems suffer from a low range in planning data which results in unrealistic delivery times. One of the root causes is that production is influenced by uncertainties such as machine breakdowns, quality issues and the scheduling principle. Hence, it is necessary to model and simulate production planning and controls (PPC) with information dynamics in order to analyze the risks that are caused by multiple uncertainties. In this context, a new approach to simulate PPC systems is exposed in this paper, which aims at visualizing the production process and comparing key performance indicators (KPIs) as well as optimizing PPC parameters under different uncertainties in order to deal with potential risk consuming time and effort. Firstly, a production system simulation is created to quickly obtain different KPIs (e.g. on time delivery rate, quality, cost, machine utilization, WIP) under different uncertainties, which can be flexibly set by users. Secondly, an optimization experiment is conducted to optimize the parameters of PPC with regard to the different KPIs. An industrial case study is used to demonstrate the applicability and the validity of the proposed approach. It brings benefit with respect to customer service, particularly in the field of on-time delivery satisfaction. Further research includes the improvements of optimization experiments and the application in other production areas.

Yang, Arndt y Lanza (2016) "Un soporte de simulación flexible para la planificación y el control de la producción en pequeñas y medianas empresas." Habla acerca de que los sistemas de planificación actuales sufren de un bajo rango en la planificación de datos, lo que da como resultado tiempos de entrega poco realistas. Una de las causas principales es que la producción está influenciada por incertidumbres tales como fallas en la máquina, problemas de calidad y el principio de programación. Por lo tanto, es necesario modelar y simular la planificación y los controles de producción (PPC) con dinámicas de información para analizar los riesgos causados por múltiples incertidumbres. En este contexto, en este trabajo se expone un nuevo enfoque para simular sistemas de PPC, que tiene como objetivo visualizar el proceso de producción y comparar los indicadores de rendimiento clave (KPI) y optimizar los parámetros de PPC bajo diferentes incertidumbres para enfrentar el posible consumo de tiempo y esfuerzo. En primer lugar, se crea una simulación del sistema de producción para obtener rápidamente diferentes KPI (por ejemplo, tasa de entrega a tiempo, calidad, costo, utilización de la máquina, WIP) bajo diferentes incertidumbres, que los usuarios pueden establecer de manera flexible. En segundo lugar, se lleva a cabo un experimento de optimización para optimizar los parámetros de PPC con respecto a los diferentes KPI. Se utiliza un estudio de caso industrial para demostrar la aplicabilidad y la validez del enfoque propuesto. Brinda beneficios con respecto al servicio al cliente, particularmente en el campo de la satisfacción con la entrega a tiempo. La investigación adicional incluye las mejoras de los experimentos de optimización y la aplicación en otras áreas de producción.

Hees y Gunther (2015) in his investigation “Approach for Production Planning in Reconfigurable Manufacturing Systems” say that, to stay competitive and to fulfill the changing market needs, manufacturing companies have to adapt their manufacturing systems in frequent and short intervals. Hence, changeable and reconfigurable manufacturing systems (RMS) are proposed and discussed in a multitude of research publications. In this context, a new approach for production planning in reconfigurable manufacturing systems is exposed in this paper. Data models, a configuration management and a sequential method for the resource planning help to integrate reconfigurable manufacturing systems’ key characteristics in production planning and control (PPC). Based on research activities in the area of production planning, the following potentials for a new approach can be identified: integration of the functionality and scalability of RMS in production planning, increasing flexibility of planning data by integrating skills of RMS in planning data and realization of high transparency as well as high-quality data due to the actual conditions of manufacturing resources and their configurations. In order to cope with changing market conditions, manufacturing companies have to adapt their manufacturing systems frequently. In regard to these challenges, existing approaches do not support the production planning for RMS sufficiently. Furthermore, planning data are still limited in their functional range and do not represent the key characteristics of RMS. The approach, described in this paper, takes account of production planning for reconfigurable manufacturing systems. Data models and configuration management enhance the representation of RMS characteristics in planning processes. Based on these data a stepwise resource planning approach generates and optimizes resources’ allocations.

Hees y Gunther (2015) en su investigación “Enfoque para la planificación de la producción en sistemas de producción reconfigurables” dice que las empresas manufactureras tienen que adaptar sus sistemas de fabricación en intervalos frecuentes y cortos para mantenerse competitivas y satisfacer las cambiantes necesidades del mercado. Por lo tanto, los sistemas de fabricación cambiantes y reconfigurables (RMS) son propuestos y discutidos en una multitud de publicaciones de investigación. En este contexto, se expone en este documento un nuevo enfoque para la planificación de la producción en sistemas de fabricación reconfigurables. Los modelos de datos, una gestión de configuración y un método secuencial para la planificación de recursos ayudan a integrar las características clave de los sistemas de fabricación reconfigurables en la planificación y el control de la producción (PPC). Con base en las actividades de investigación en el área de planificación de la producción, se pueden identificar las siguientes potencialidades para un nuevo enfoque: integración de la funcionalidad y escalabilidad del RMS en la planificación de la producción, aumentando la flexibilidad de los datos de planificación integrando las habilidades del RMS en la planificación de datos y la realización de Alta transparencia, así como datos de alta calidad debido a las condiciones reales de los recursos de fabricación y sus configuraciones. Con el fin de hacer frente a las cambiantes condiciones del mercado, las empresas manufactureras tienen que adaptar sus sistemas de fabricación con frecuencia. Con respecto a estos retos, los enfoques existentes no apoyan suficientemente la planificación de la producción de RMS. Además, los datos de planificación siguen siendo limitados en su rango funcional y no representan las características clave de RMS. El enfoque, descrito en este documento, tiene en cuenta la planificación de la producción para los sistemas de fabricación reconfigurables. Los modelos de datos y la gestión de configuración

mejoran la representación de las características de RMS en los procesos de planificación. Basándose en estos datos, un enfoque gradual de planificación de recursos genera y optimiza las asignaciones de recursos.

Tenhiala y Helkio (2014) “Performance effects of using an ERP system for manufacturing planning and control under dynamic market requirements”, describes Enterprise resource planning (ERP) systems have a controversial reputation. Critics say that even if ERP systems may be beneficial for organizations operating in stable conditions, they are surely detrimental to organizations that face dynamic market requirements. This is because ERP systems are said to impose such procedures and constraints on organizations that make business processes inflexible to change. In contrast, proponents argue that the information-processing capabilities of ERP systems are crucial for organizations that face dynamic market requirements and also that the criticized procedures and constraints actually support process reengineering. These two contradictory arguments are often found in practitioner literature, but both of them can also be supported by management theory. The central tenets of the Organic Theory of organization design imply that ERP systems should be detrimental when market requirements change frequently, whereas the principles of Rigid Flexibility Theory suggest that they should be advantageous. In this study, we use cross-sectional data from 151 manufacturing plants to determine which argument is more applicable in the context of manufacturing planning and control. The results strongly favor the use of ERP systems under dynamic market requirements. To facilitate the reconciliation of the two contradictory arguments, we discuss how the results may have been influenced by two contextual factors: the predominantly technical nature of the studied organizational system and the tight interdependence of the studied activities.

Tenhiala y Helkio (2014) “Efectos de rendimiento del uso de un sistema ERP para planificación y control de fabricación bajo requerimientos dinámicos del mercado”, describen que los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) tienen una reputación controvertida. Los críticos dicen que incluso si los sistemas ERP pueden ser beneficiosos para las organizaciones que operan en condiciones estables, seguramente son perjudiciales para las organizaciones que se enfrentan a los requisitos del mercado dinámico. Esto se debe a que los sistemas ERP imponen tales procedimientos y restricciones a las organizaciones que hacen que los procesos empresariales sean inflexibles para cambiar. En cambio, los defensores argumentan que las capacidades de procesamiento de información de los sistemas ERP son cruciales para las organizaciones que se enfrentan a los requisitos del mercado dinámico y también que los procedimientos y restricciones criticados realmente apoyan la reingeniería de procesos. Estos dos argumentos contradictorios se encuentran a menudo en la literatura de los practicantes, pero ambos también pueden ser apoyados por la teoría de la gestión. Los principios centrales de la Teoría Orgánica del diseño de la organización implican que los sistemas ERP deben ser perjudiciales cuando los requisitos del mercado cambian con frecuencia, mientras que los principios de la Teoría de la Flexibilidad Rígida sugieren que deberían ser ventajosos. En este estudio, usamos datos de corte transversal de 151 plantas de manufactura para determinar qué argumento es más aplicable en el contexto de planificación y control de fabricación. Los resultados favorecen fuertemente el uso de sistemas ERP bajo requisitos dinámicos del mercado. Para facilitar la conciliación de los dos argumentos contradictorios, se discute cómo los resultados pueden haber sido influidos por dos

factores contextuales: el carácter predominantemente técnico del sistema organizativo estudiado y la estrecha interdependencia de las actividades estudiadas.

Rivera, Ortega y Pereyra (2014) en su artículo *“Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes”*, dice que La implementación de una solución MRP puede ser un éxito tecnológico pero un fracaso organizacional a causa de deficiencias en el proceso social y político del desarrollo de un proyecto. Se debe prestar suficiente importancia a la participación, liderazgo y compromiso de los miembros claves de la empresa en cada una de las etapas de la implementación. En este artículo, Rivera, Ortega y Pereyra abordan el tema de la Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP) y su importancia como sistema administrativo de planificación y administración de los materiales requeridos para los procesos productivos de una empresa. El objetivo de esta investigación es presentar procedimientos adecuados y recomendaciones para la implementación del MRP en las pymes, mediante explicaciones simplificadas para lograr una implementación más exitosa. Se utilizó el sistema SAP y finalmente, se presentan los beneficios de la implementación de un MRP disminuyendo los stocks hasta en un 50%, mejorando el servicio al cliente hasta en un 40%, mejorando su planificación productiva, minorando costos y obteniendo mayores utilidades.

Ramírez et al (2012), en su publicación *“Programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras en una empresa de concentrados”* tiene por objetivo establecer un procesos de toma de decisiones de corto y mediano plazo involucradas en las empresas de alimentos balanceados para animales, mediante el cálculo de los requerimientos de materiales, que se elabora de manera similar al enfoque del MRP, en donde a partir del Programa maestro de producción MPS, se desagregan las necesidades de materia prima y los tiempos en que estas serán requeridas, mediante la utilización de listas de materiales como resultado se sabe que inicialmente se presentaba un registro de pérdida al 19% de las horas del tiempo productivo, es decir, 1,52 horas por turno, a causa de paros asociados a la carencia de materia prima disponible en las tolvas; al implementar el modelo propuesto, que incluye es sus restricciones el cumplimiento de los requerimientos, se elimina la ocurrencia de paros por esta causa y se disminuyen los tiempos de aislamiento, condiciones que contribuyen a un ahorro aproximado de 35 millones de pesos mensuales para la empresa donde se realizó el caso de estudio. La propuesta desarrollada en el artículo permite abordar el problema de programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras dentro de las empresas fabricantes de alimentos concentrados, lo cual contribuye al mejor aprovechamiento de los recursos, al aumento de la productividad y al ahorro de dinero en este tipo de industrias.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Sistemas de planificación y control de la producción

Poler y García (2005) describen una evaluación de los diferentes enfoques en el área de Planificación y Control de la Producción, tales como los sistemas MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales). HPP (Planificación jerárquica de la Producción) JIT (Justo a Tiempo) y OPT (Tecnología de Producción Optimizada).

Para ello, se basan tanto en resultados presentados por la literatura científica como en la experiencia de los autores en la investigación y aplicación de dichos sistemas.

Tabla 1. Comparación entre los sistemas MRP, HPP, JIT Y OPT

| Aspectos analizados | Sistemas de Planificación y Control de la Producción (SPCP) | | | |
|--|--|--|---|---|
| | MRP | HPP | JIT | OPT |
| Enfoque del Modelo | Conceptual | Analítico | Conceptual | Analítico |
| Objetivo del Modelo | Planificación de requerimientos de materiales | Planificación de Requerimientos de capacidad | Planificación de requerimientos de materiales (reducir despilfarro) y Gestión de los cuellos de botella (reducir costes de preparación) | Gestión de los cuellos de botella (programar recursos críticos) |
| Alcance del Modelo | Producción | Producción | Toda la empresa | Producción |
| Incorporación de las incertidumbres del proceso en el modelo | NO | NO | NO | NO |
| Integración de la Planificación de los requerimientos de Materiales y de la Capacidad | NO | NO | NO | SI |
| Optimización de Costos | NO | SI | NO | SI |
| Programación detallada con capacidad finita | NO | SI | NO | SI |
| Política de stocks | Controlar | Controlar | Anular | Controlar |
| Sistema push o pull | Push | Push | Pull | Pull |
| Requerimiento computacional | Elevado | Medio | Bajo | Medio |
| Soporte administrativo | Elevado | Bajo | Bajo | Medio |
| Nivel de implementaciones | Elevado | Bajo | Elevado | Bajo |
| Entorno de Fabricación ideal | Producción por lotes | Producción por proceso | Producción en Línea | Producción por proceso |

Fuente: Mula, Poler y García (2005)

De igual forma, Forero y Ovalle (2013), realizan un análisis de producción en 13 de las empresas que poseen un sistema de programación de producción definido, con la finalidad de identificar los métodos usados en la programación de la producción de éstas para contrastarlos con modelos teóricos tales como Material Requirements Planning (MRP), Just in Time (JIT) Y Theory of constraints (TOC), y de determinar la pertinencia del sistema de programación de producción de las empresas. Se diseñaron comparativos para contrastar los modelos de las empresas con los modelos teóricos mencionados. Obteniendo que el MRP predomina en 11 de las empresas, representando un 84,3%

Tabla 2. Porcentaje de utilización de las filosofías en las distintas empresas

| EMPRESA | FILOSOFÍA | | |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| | JIT | TOC | MRP |
| Madeal S.A. | 28,5% | 83% | 83% |
| Super de Alimentos | 23% | 75% | 83% |
| Celema S.A. | 36,3% | 0% | 62,5% |
| Top Tec. | 0% | 83,3% | 75% |
| Colombi | 50% | 56,8% | 100% |
| Inalco & Diajor | 44,5% | 20% | 83,6% |
| Progel S.A. | 17% | 50% | 33% |
| Rayovac Varta | 20% | 40% | 83,3% |
| Riduco | 60% | 28,5% | 68,75% |
| Bellota | 28,5% | 25% | 93,7% |
| Ferrasa | 30,7% | 44% | 100% |
| Mabe S.A. | 54% | 0% | 83,3% |
| Industria Licorera de Caldas | 50% | 55,5% | 57,14% |

Fuente: Forero y Ovalle (2013)

2.2.2. Planificación y control de la producción

De Lima, Leita y de Souza (2009), describe un enfoque de flujo de información de planificación de la producción y el control en la vida cotidiana conocida como PCP. Estas actividades con desarrolladas por un departamento para apoyar la producción, dentro de la gestión industrial. El PCP es responsable de la coordinación y la aplicación de los recursos productivos para cumplir con los planes de la mejor manera posible establecidos en el plan estratégico, táctico y operativo.

2.2.2.1. Previsión de la demanda

Según Heizer y Render (2001), la previsión es el arte y la ciencia de predecir acontecimientos futuros y supone la recopilación de datos históricos y su proyección hacia el futuro con algún tipo de modelo matemático. Dentro de las empresas, la estimación de la demanda se considera un aspecto principal y una fuente imprescindible para planificación de la producción.

Los pronósticos, de acuerdo con José Cruelles (2012), son el primer paso dentro de este proceso y sirven como punto de partida para los planes a largo, mediano y corto plazo, permitiendo que las organizaciones puedan visualizar los acontecimientos futuros y así eliminar parte de la incertidumbre con la finalidad de actuar con rapidez

a situaciones cambiantes por diversos factores. Los pronósticos, en la actualidad, son de gran importancia para la mayoría de los sistemas de producción. Los diferentes métodos de pronósticos son el punto de partida para todos los sistemas de planificación que inician necesariamente teniendo en cuenta la demanda real o esperada por el cliente.

Castro (2008) menciona que el propósito de un pronóstico es reducir el rango de incertidumbre dentro del cual deben hacerse las estimaciones relacionadas con la administración.

A. Horizonte de tiempo

De acuerdo con Heizer y Render (2007), para realizar una previsión de la demanda es fundamental el horizonte temporal de la previsión.

- **Pronóstico a corto plazo:** Una previsión a corto plazo tiene un periodo generalmente inferior a los tres meses, efectuándose cada mes o en un periodo inferior. Son utilizados para la planificación de compras, programación de trabajos, programación de las necesidades de mano de obra, asignación de tareas y planificación de los niveles de producción.
- **Pronóstico a largo plazo:** Esta previsión abarca entre tres meses y tres años. Son utilizados para estimar planes de ventas, planificación de la producción y de su presupuesto, flujos de efectivo, elaboración de presupuestos y para el análisis de diferentes planes operativos.
- **Pronóstico a largo plazo:** Abarcan por lo general periodos de tres años a más. Estos pronósticos son utilizados en la planificación de nuevas inversiones, lanzamiento de nuevos productos y tendencias tecnológicas de materiales, gastos de capital, localización o expansión de instalaciones.

B. Comportamiento de la demanda

La demanda presenta dos tipos de comportamientos, de forma regular o irregular. Un comportamiento irregular es aquel en donde la demanda se presenta de forma intermitente y aleatoria, es decir, los datos no presentan un patrón fundamental de comportamiento. Mientras que para el caso de la demanda con comportamiento regular, los datos históricos presentan un comportamiento predecible, el cual puede verse reflejado en los pronósticos futuros.

De acuerdo con Castro (2008), existen varios tipos de patrones de comportamiento regular, los cuales se describen a continuación:

- **La estabilidad:** Es un patrón de comportamiento que se refiere a que los datos se encuentran dispersos a lo largo de una línea horizontal, es decir no existen aumentos o disminuciones consistentes en el tiempo.
- **La tendencia:** Es un patrón que se relaciona con el aumento o la disminución consistente de los datos históricos a lo largo del tiempo, y puede ser lineal, exponencial, logarítmica, etc.
- **La ciclicidad:** Es muy similar a la estacionalidad, salvo que los movimientos repetitivos se presentan en periodos de tiempo mayores a un año, y pueden ser causados por situaciones políticas, nuevos descubrimientos, cambio en

políticas económicas o eventos que se presentan cada cierta cantidad de años. Los patrones de comportamiento cíclico son muy difíciles de pronosticar, debido, entre otras cosas, que su duración no es constante y no necesariamente se repite en los mismos períodos de tiempo.

- **La aleatoriedad:** Es un comportamiento en el cual se describen movimientos no predecibles de los datos en el tiempo, a los cuales no se les puede asignar una causa. La aleatoriedad es una de las principales razones de que existan errores en los pronósticos y dado que se puede afirmar que los errores se comportan normalmente, se puede concluir entonces que la aleatoriedad también es un patrón de comportamiento regular.

2.2.3. Planificación, programación y control de la producción

La gestión de la planificación, programación y control de la producción puede dividirse en cuatro etapas (Rojas y Escudero, 2000). En una primera etapa se realiza la Planificación agregada de la producción, en la que se determina la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a mediano plazo a través de familias de productos. Posteriormente, estos cálculos mensuales se disgregan semana a semana tomando en consideración las particularidades de cada producto, para así programar su elaboración. Esta información alimenta un sistema de planificación de materiales, equipos y otros recursos que deberá alinearse para cumplir con las metas establecidas en el plan. Definidas las rutas de fabricación, se pone en marcha un último eslabón en el que se coordina la labor productiva y se ejecutan los mecanismos para su control.

2.2.3.1. Planificación agregada de la producción:

A. Definición

Según Heizer y Render (2001), la planificación agregada es un método para determinar la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a mediano plazo. Se refiere a la determinación de la fuerza laboral, a la cantidad de producción y niveles de inventario en orden de satisfacer la demanda para un horizonte temporal de planificación específico a mediano plazo, y el término agregada, hace referencia a que la planificación no desglosa la cantidad de producción por detalles de productos sino que los considera en varias familias, sin importar sus diferentes variantes de diseño o modelo.

En la actualidad, la planificación agregada es una buena referencia para la planificación de ventas y operaciones, en la cual puede cumplir la función de pivote al integrar las funciones de operaciones de producción, de comercialización y financieras. Una de las primeras características de las metodologías de planificación agregada es la “Jerarquía”. El enfoque jerárquico es necesario para se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos del sistema productivo y además se establezca su relación horizontal con el resto de las áreas funcionales de la empresa (Miranda et al., 2005).

Esta planeación empieza con la determinación de un pronóstico de demanda esperada del producto. Posteriormente el gerente de operaciones deberá determinar cuál es la

capacidad “agregada” de su empresa para satisfacer los requerimientos esperados (capacidad de producción actual, cantidad de mano de obra disponible en el momento y los niveles de inventario existentes). Después de determinar la diferencia entre esas dos cantidades (gap), la tarea será equilibrar estos elementos y ejercer acciones para cumplir con los objetivos.

Por otro lado, Chopra y Meindl (2008) afirman que el principal objetivo del planificador es identificar los siguientes parámetros operacionales durante un horizonte de tiempo específico:

- Tasa de producción: número de unidades terminadas por unidad de tiempo (ya sea por una semana o por un mes)
- Fuerza de trabajo: número de trabajadores/ unidades de capacidad necesarias para la producción.
- Tiempo extra: cantidad de máquina: número de unidades de capacidad de máquina necesarias para producción.
- Subcontratación: capacidad subcontratada requerida durante el horizonte de planeación.
- Backlog; Demanda no satisfecha en el periodo en el cual se presenta, pero que se transfiere a periodos futuros.
- Inventario disponible (on hand): Aquel que se planea y es transferido a varios periodos en el horizonte de planeación.

Así mismo Miranda, Rubio, Chamorro y Bañegil (2005) afirman que los planes agregados o a mediano plazo abarcan un horizonte de planificación de entre 6 a 18 meses e incluyen actividades reativas a la planificación de ventas, gestión de personal, planes de producción, etc. Además, la principal finalidad de la planificación agregada es determinar la combinación de ritmo de producción, mano de obra, y nivel de existencias, que minimizar costos y logra satisfacer la demanda prevista. Para lo cual se deben alcanzar los siguientes objetivos:

- Minimizar los costos y maximizar beneficios.
- Maximizar el servicio al cliente.
- Minimizar la inversión en inventario.
- Minimizar los cambios en el ritmo de producción.
- Minimizar las variaciones en la plantilla.
- Maximizar la utilización de la capacidad instalada.

El inicio de la planificación agregada es la estimación de las necesidades futuras de productos finales, a partir de pedidos ya realizados por los clientes o de la previsión de la demanda. Dicha demanda, no se refiere a cada tipo de producto de forma individual, si no que los agrupa en familias de productos, y es a partir de esta estimación que se determinarán las necesidades de recursos, materiales, mano de obra, horas máquina, etc.

Etapas en el proceso de planificación agregada:

- Etapa 1. Previsión de demanda para cada producto dentro del horizonte de planificación establecido.

- Etapa 2. Determinación de la demanda agregada global, que incluya la demanda de cada producto.
- Etapa 3. Calcular a partir de dicha demanda agregada los recursos necesarios para satisfacerla.
- Etapa 4. Identificar estrategias alternativas para lograr satisfacer la demanda agregada.
- Etapa 5. Seleccionar la alternativa que satisfaga mejor los objetivos de la organización.

Algunas estrategias pueden ser:

- Estrategia de producción constante, en el cual el ritmo de producción se considera fijo en tiempo.
- Estrategia de seguimiento de la demanda, donde el ritmo de producción se adapta en cada periodo a la demanda existente, por lo cual prácticamente el nivel de inventario es inexistente.
- Estrategia mixta, que combina las opciones anteriores, adaptando a la demanda a emplear horas extras, trabajadores temporales, subcontrataciones.

➤ **Ventajas y desventajas de una planeación agregada**

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la Planeación agregada

| OPCIONES | VENTAJAS | DESVENTAJAS | COMENTARIOS |
|--|--|--|--|
| Cambiar los niveles de inventarios | Los cambios en rr.hh. son graduales o nulos; no hay cambios bruscos en la producción | Los costes de mantenimiento pueden aumentar. Las roturas de stock pueden provocar pérdidas de ventas | Se aplica fundamentalmente a operaciones de producción, no de servicios |
| Variar el tamaño de la plantilla contratando o despidiendo personal | Evitar los costes de otras alternativas | Los costes de contratación, despido y formación pueden ser importantes | Utilizado donde existe mucha mano de obra |
| Variar los volúmenes de producción mediante horas extras aprovechando las horas de inactividad | Equilibra las fluctuaciones estacionales sin costes de contratación/ formación | Primas por horas extras; empleados cansados, puede no satisfacer la demanda | Permite flexibilidad dentro de la planificación agregada |
| Subcontratación | Permite flexibilidad y suavizar la producción de la empresa | Pérdida del control de la calidad. Beneficios reducidos. Pérdida de futuros negocios | Se aplica principalmente a entornos de producción |
| Utilizar empleados a tiempo parcial | Menos costes y más flexibilidad que con los empleados fijos | Costes elevados de renovación / formación; la calidad sufre; difícil programación | Indicado para trabajos no cualificados en zonas con gran disponibilidad de mano de obra temporal |
| Influir sobre la demanda | Intenta utilizar la capacidad sobrante. Los descuentos atraen a nuevos clientes | Incertidumbre en la demanda. Difícil de igualar exactamente la demanda con la capacidad | Crea ideas de marketing. El overbooking (sobreventa) se utiliza en algunos negocios. |
| Back ordering (retención de pedidos) en periodos de alta demanda. | Puede evitar las horas extras. Mantiene constante la capacidad | El cliente debe de estar dispuesto a esperar, pero se pierde el prestigio de la empresa | Muchas empresas adoptan back ordering |
| Combinación de productos y servicios con ciclos de demanda complementarios | Utilizar totalmente los recursos. Permite una mano de obra constante | Puede exigir habilidades o equipos que están fuera de las áreas de experiencia de la empresa | No es fácil encontrar productos o servicios con patrones de demanda opuestos. |

Fuente: Heizer y Render (2008)

2.2.3.2. Programa maestro de producción

Davis, Aquilano y Chase (2001), aportaron que el plan agregado de producción específica a los grupos de productos y no a unidades de producto; el siguiente nivel del proceso de planificación, por debajo del plan agregado, es el plan maestro de producción (PMP). Dicho plan se especifica por unidades de tiempo, por la cantidad y el momento en que la empresa tiene que fabricar cada unidad de producto. Después encontramos el plan de requerimientos de materiales (MRP), el cual calcula y planifica el stock de materias primas y suministros necesarios para cada uno de los diferentes productos que aparecen en el PMP.

El procedimiento para el desarrollo de un plan maestro de producción es el siguiente: Se requiere información sobre los pedidos de los clientes, pronósticos, los informes de estado de los inventarios y la información de la capacidad de la producción, primero se colocan los pedidos más urgentes en el espacio disponible del plan maestro, allí se estima la demanda total de productos; conforme se van introduciendo pedidos en el programa maestro de producción, se va revisando el efecto de la carga sobre los centros de trabajo de producción. Esta revisión preliminar del programa maestro de producción se conoce planeación aproximada de capacidad, cuyo objetivo es identificar cualquier semana donde ocurra sobrecarga de la producción y se revisa el programa maestro según se requiera.

La sub carga significa que no se ha programado producción suficiente de productos finales para cargar completamente la instalación; por el contrario la sobrecarga significa que se ha programado demasiada producción de productos finales en la instalación y no hay capacidad para producir el programa maestro de producción.

2.2.3.3. Planeación de requerimiento de materiales

Según Castro (2008), el MRP es un sistema computarizado diseñado para la planificación y control de producción y de los inventarios, el cual permite determinar cuándo y cuánto es necesario producir o fabricar los diferentes componentes que hacen parte de artículos finales o subensambles principales basados en un plan maestro de producción.

Es decir, el MRP es una herramienta que sirve para solucionar problemas de gestión de aprovisionamiento de materias primas para producción y que integra todos los módulos de negocio de la organización bajo una única base de datos.

a) Entradas del MRP

El MRP es un sistema de información computarizado diseñado para el manejo de órdenes de compra y fabricación de inventarios de demanda dependiente, por lo que requiere del manejo de base de datos integrados para su funcionamiento. Para ello, de acuerdo con Castro (2008) es necesario alimentar el sistema con una serie de entradas que permitan obtener los resultados esperados por MRP.

- **Plan Maestro de Producción:** Especifica que los productos finales se deben fabricar, así como las fechas concretas y las cantidades necesarias de cada uno de ellos. Este plan se realiza para cada artículo individual en un horizonte de tiempo, que abarca desde una semana hasta varios meses, con intervalos de tiempo diarios o semanales.
- **Lista de materiales:** llamada estructura de producto o BOM que determina las cantidades de ensambles, subensambles, partes fabricadas, partes compradas y materiales necesarios para fabricar los diferentes partes para obtener el producto final.
- **Plazos de entrega:** conocido como lead time, es un parámetro que determina cuándo debe ser liberada una orden. El plazo de entrega de una orden de producción es la sumatoria de los tiempos de todas las actividades necesarias para procesar dicha orden, los cuáles son el tiempo de espera en la cola antes de poder procesar la orden, los tiempos de preparación y ejecución de la orden en el centro de trabajo y el tiempo de espera de la orden después de ser procesada, en pasar al siguiente centro de trabajo.
- **Registros de inventarios:** Para cada parte o subensamble se debe conocer su identificación y descripción, su política de inventario (tamaño de lote, inventario de seguridad, etc.), su localización, las cantidades disponibles/o comprometidas, entre otras.
- **Datos de compras:** Es necesario conocer toda la información relacionada con las compras, con el fin de poder realizar un adecuado proceso de planeación de requerimientos de materiales. Las cantidades solicitadas en una orden de compra son denominadas recepciones programadas o inventario en tránsito.

b) **Elaboración del MRP**

Se determina la estructura del producto que es una ficha que muestra la secuencia en la que se fabrican y ensamblan las materias primas, las artes que se compran y los subensambles necesarios para formar el producto final.

Además se debe tener en cuenta, la unidad de medida para el lead time (segundos, horas, días, etc). el período base de planificación de la producción, que debe coincidir en unidades con el Lead Time, y números de períodos a planificar.

De acuerdo con Cruelles (2012), las unidades calculadas en el desarrollo de MRP son:

- Necesidades brutas:** volumen de componentes o materiales que deben tener disponibles al final de un período para el proceso siguiente.
- Stock de seguridad:** volumen de componentes o materiales que se adopta como seguridad para prevenir y poder atender las posibles variaciones entre demanda prevista y real o fallos en producción.
- Tamaño de lote:** cantidad de componentes que se piden y ordenan como mínimo.
- Stock disponible:** volumen de componentes o material sobrante del período anterior y que pueden ser utilizados en el período actual para afrontar las necesidades. Se tendrá en cuenta al calcular la disponibilidad que el stock de seguridad o se encuentre por debajo del fijado.
- Necesidades netas:** volumen de componentes o materiales que habrá que obtener para disponer de las necesidades brutas al final del período.

$$\text{Necesidades netas} = (\text{necesidades brutas}) - (\text{disponibilidad programada}) - (\text{recepciones programadas}) + (\text{stock seguridad})$$

2.2.3.4. Control de la producción

El objetivo del control es comparar la previsión y la realidad, con el fin de poder señalar las desviaciones tanto en plazos como en consumo de horas. Además, la información de cómo se producen los hechos es imprescindible para poder desencadenar la actuación necesaria para su corrección en caso de que la ejecución no se realice según lo previsto.

2.2.4. Indicadores de producción y productividad

2.2.4.1. Producción

Es la cantidad de productos fabricados en un período de tiempo determinado, y se representa de la siguiente manera:

$$\text{PRODUCCIÓN} = \frac{\text{Tiempo base (tb)}}{\text{Ciclo (c)}}$$

Donde tiempo base (tb) puede ser una hora, una semana, un año; y ciclo representa el cuello de botella de la línea productiva y prácticamente viene a ser la estación de trabajo que más tiempo se demora. (García, 2005).

2.2.4.2. Productividad

En el proceso productivo es necesario medir el rendimiento de los factores empleados de los que depende producción. Para Heizer (2007), la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Por tanto, la productividad puede ser medida según:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Producción obtenida (PO)}}{\text{Cantidad de recurso empleado (Q)}}$$

Donde cantidad de recurso empleado (Q) puede ser la mano de obra, materia prima (insumos), capital, etc.

- **Productividad de materia prima**

$$P_{MP} = \frac{\text{Entrada de MP}}{\text{Salida}}$$

- **Productividad de mano de obra**

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción actual}}{\text{nº de operarios}}$$

2.2.5. Otros indicadores importantes

2.2.5.1. Eficiencia

Según Chiavenateo (1999), es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar cancelar dispendios y errores. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

- Eficiencia física (Ef)

Es la materia prima de salida empleada (producto terminado) entre materia prima de entrada. Por lo tanto, la eficiencia física es menor o igual que uno ($Ef \leq 1$)

$$\text{EFICIENCIA FÍSICA} = \frac{\text{Salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

- Eficiencia económica (Ee)

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios ($Ee > 1$)

$$\text{EFICIENCIA ECONÓMICA} = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

2.2.5.2. Capacidad

Según Rojas (1996), es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

- Capacidad proyectada o diseñada: es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales
- Capacidad efectiva o real: es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.
- Capacidad utilizada: es la capacidad actual, dadas las limitaciones operativas.

- Capacidad ociosa: es la capacidad por la diferencia entre capacidad real y la utilizada
- Utilización: es la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada.

$$\text{UTILIZACIÓN} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

2.2.6. Método Guerchet

Según Rojas (1996) El método de Guerchet es un método muy utilizado para la determinación de las áreas de una distribución de planta, para cuyo efecto se debe tener en cuenta una serie de factores a fin de obtener una estimación del área requerida por sección.

La superficie total está dada por la suma de las tres superficies parciales las cuales se deben calcular:

Superficie estática + Superficie de gravitación + Superficie de evolución

a) Superficie estática (S_s)

Es el área neta correspondiente a cada elemento que se va a distribuir; es el área que ocupa la maquinaria. Y se calcula con la siguiente fórmula:

$$S_s = L \times A$$

Donde:

L= Largo

A= Ancho

b) Superficie de gravitación (S_g)

Es el área reservada para el manejo de la máquina y para los materiales que se están procesando; es decir es el área necesaria para que el trabajador pueda movilizarse alrededor de su máquina.

$$S_g = S_s \times N$$

Donde:

S_s = superficie estática

N= número de lados que se utiliza de la máquina

c) Superficie de evolución (S_e)

Es el área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las estaciones de trabajo.

$$S_e = k \times (S_s + S_g)$$

Donde:

K= coeficiente, el cual es calculado de la siguiente forma:

$$k = \frac{h}{2h} = \frac{\text{Elementos móviles}}{\text{Elementos fijos}}$$

Luego el área total (A_t) viene dada por:

$$A_t = (S_s + S_g + S_e) \times m$$

Donde:

m= número de máquinas

2.2.7. Estudio de tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Según Mundel (1984), el estudio de tiempos y movimientos se refiere a la amplia rama del conocimiento que trata la determinación científica de los métodos preferentes de trabajo, la estimación en función del tiempo, del valor del trabajo que implica la actividad humana, y el desarrollo del material requerido para hacer uso práctico de estos datos.

Para el uso del método Mundel, se fija directamente el número de observaciones para tener un 95% de probabilidades de que el valor obtenido no difiera en más de un 5% del valor real. Se realiza una muestra tomando 10 lecturas si los ciclos son menores o iguales a 2 minutos; y 5 lecturas si los ciclos son mayores o a 2 minutos.

A partir de haber obtenido las muestras, se procede a calcular dos valores. El primero es el rango (A), que es la diferencia entre el dato mayor y el menor.

$$(A) = R_{max} - R_{min}$$

Y el segundo es el rango (B), que es la suma del dato mayor y el dato menor.

$$(B) = R_{max} + R_{min}$$

Una vez obtenidos estos datos, se divide el rango (A), entre el rango (B), del cual se obtendrá un cociente, posteriormente se procede a ubicar el valor obtenido en la Tabla Mundel (Tabla 4) correspondiente al número de muestras realizadas y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4. Tabla Mundel

| (A-B)/ (A+B) | SERIE INICIAL DE | | (A-B)/ (A+B) | SERIE INICIAL DE | |
|-----------------|---------------------|----|-----------------|---------------------|-----|
| | 5 | 10 | | 5 | 10 |
| 0,05 | 3 | 1 | 0,28 | 93 | 53 |
| 0,06 | 4 | 2 | 0,29 | 100 | 57 |
| 0,07 | 6 | 3 | 0,3 | 107 | 61 |
| 0,08 | 8 | 4 | 0,31 | 114 | 65 |
| 0,09 | 10 | 5 | 0,32 | 121 | 69 |
| 0,1 | 12 | 7 | 0,33 | 129 | 74 |
| 0,11 | 14 | 8 | 0,34 | 137 | 78 |
| 0,12 | 17 | 10 | 0,35 | 145 | 83 |
| 0,13 | 20 | 11 | 0,36 | 154 | 88 |
| 0,14 | 23 | 13 | 0,37 | 162 | 93 |
| 0,15 | 27 | 15 | 0,38 | 171 | 98 |
| 0,16 | 30 | 17 | 0,39 | 180 | 103 |
| 0,17 | 34 | 20 | 0,4 | 190 | 108 |
| 0,18 | 38 | 22 | 0,41 | 200 | 114 |
| 0,19 | 43 | 24 | 0,42 | 210 | 120 |
| 0,2 | 47 | 27 | 0,43 | 220 | 126 |
| 0,21 | 52 | 30 | 0,44 | 230 | 132 |
| 0,22 | 57 | 33 | 0,45 | 240 | 138 |
| 0,23 | 63 | 36 | 0,46 | 250 | 144 |
| 0,24 | 68 | 39 | 0,47 | 262 | 150 |
| 0,25 | 74 | 42 | 0,48 | 273 | 156 |
| 0,26 | 80 | 46 | 0,49 | 285 | 163 |
| 0,27 | 86 | 49 | 0,5 | 296 | 170 |

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Con el propósito de realizar esta investigación se recolectarán datos de fuentes primarias con acceso a la base de datos de la empresa obteniendo un alcance del control de materia prima, control de producto terminado, y demás para poder hacer los cálculos respectivos y obteniendo una información histórica necesaria como datos de informes de ventas, demanda satisfecha o insatisfecha, horas laborables de cada mes, costos; con el fin de analizar el estado en el que se encuentra la empresa y poder hallar la problemática para su posterior solución.

3.1.1. LA EMPRESA

Nombre de la Empresa: Procesos Muchik S.R.L.

Tipo de sociedad: Sociedad de responsabilidad limitada

Estado de la empresa: Activo

RUC: 20600094212

Sector económico de desempeño: Elaboración y comercialización de productos agrícolas (fertilizantes)

Dirección: Centro poblado La Unión S/N distrito Pomalca departamento Lambayeque.

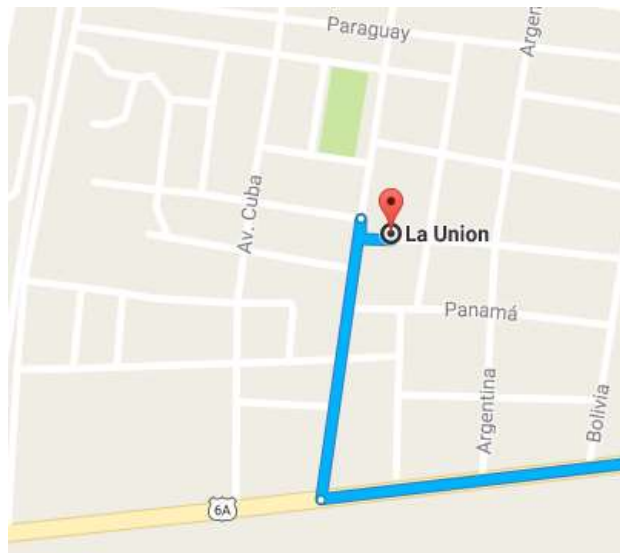


Figura 1. Ubicación de Procesos Muchik S.R.L.

Fuente: Google Maps

Procesos Muchik S.R.L. es una empresa dedicada a la investigación, elaboración y comercialización de fertilizantes para la utilización en campos y suelos agrícolas. Se fundó en Chiclayo con fecha 12 de Diciembre del 2014. El Señor Manuel Sevilla, Gerente General, luego de experiencias realizadas a pequeña escala, tuvo la iniciativa de crear una empresa con el fin de producir fertilizantes para los cultivos de la región de Lambayeque; es así como durante los subsiguientes seis meses, se logra fabricar un fertilizante a base de fósforo, el cual se registró con el nombre comercial de

“Multiphos”. Con este producto se decide ingresar al mercado. Nace entonces, la empresa Procesos Muchik.

Se instaló una planta de procesamiento con una dimensión de 1 500m², destinada también a la recepción de insumos y almacenamiento del producto final.

Misión

Ser una empresa dedicada a la producción y comercialización de fertilizantes a nivel nacional, brindando a nuestros clientes la optimización de sus tierras a través de productos de calidad, tecnología necesaria y equipo profesional.

Visión

Ser la empresa líder en producción y comercialización de fertilizantes en el Perú y expandirnos a mercados internacionales. Además contribuir al medio ambiente para que sea un lugar más saludable, libre de gases contaminantes y con productos agrícolas que no generen problemas en el bienestar del agricultor y consumidor.

Factor humano

La empresa cuenta actualmente con 3 personas como personal obrero, 1 encargado de producción, 1 ingeniero químico, 1 gerente siendo este el Señor Manuel Sevilla el cual es el propietario, quien cuenta con una asistente (secretaria), la cual se encarga de las finanzas, proveedores, despacho.

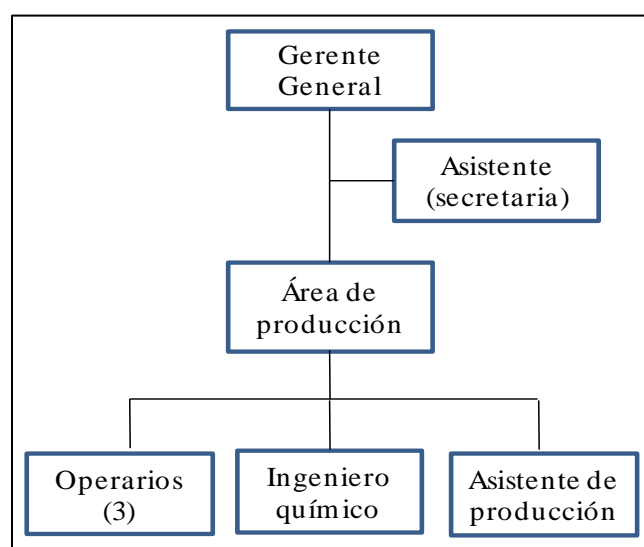


Figura 2. Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que la empresa cuenta con una sede en Leonardo Ortiz en donde están ubicadas las oficinas administrativas y el área de ventas; el proceso de producción se lleva a cabo en la planta que está ubicada en el distrito de Pomalca.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

a) Descripción del producto

La empresa tiene como objetivo principal elaborar y comercializar productos utilizados en campos y suelos agrícolas para los cultivos de la región de Lambayeque, siendo su producto estrella “Multiphos”, el cual es una excelente fuente de fósforo (P) para la nutrición de estos suelos. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fósforo y otros componentes nutricionales para las plantas.

Este producto tiene como uno de sus principales componentes, la roca fosfórica para, proporcionando los nutrientes que necesita el cultivo para su optimización. Cabe resaltar que su composición no perjudica la salud del agricultor evitando que llegue a tener enfermedad la que si puede obtener con la utilización de algún producto químico.



Figura 3. Presentación del producto Multiphos 50 kg.

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

Procesos Muchik S.R.L. actualmente comercializa el ya mencionado Multiphos (desde febrero del 2015) con gran aceptación por parte de los agricultores, el cual se ve reflejado en la cantidad de pedidos mensuales requeridos. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Demanda histórica de pedidos vs pedidos atendidos de Marzo 2016 a Julio 2017

| Año | Mes | Demanda total de sacos x 50 kg. | Sacos producidos (pedidos atendidos) | Pedidos no atendidos | Causas |
|--------------|------------|--|---|-----------------------------|--|
| 2016 | Marzo | 1 826 | 690 | 1 136 | Retraso en el proceso de producción |
| | Abril | 1 790 | 700 | 1 090 | Desconocimiento del plan de producción |
| | Mayo | 1 988 | 728 | 1 260 | Mala planificación de la producción |
| | Junio | 1 830 | 732 | 1 098 | No se contaba con un plan de abastecimiento |
| | Julio | 2 054 | 739 | 1 315 | Desconocimiento de la demanda a cubrir |
| | Agosto | 1 889 | 746 | 1 143 | No había planificación de producción |
| | Septiembre | 1 754 | 753 | 1 001 | Retraso en el proceso de producción |
| | Octubre | 1 655 | 761 | 894 | Escasez de materia prima |
| | Noviembre | 1 954 | 784 | 1 170 | Desconocimiento del plan de producción |
| | Diciembre | 2 098 | 762 | 1 336 | No existe control en la producción |
| 2017 | Enero | 2 014 | 762 | 1 252 | Desconocimiento de la demanda a cubrir |
| | Febrero | 2 001 | 737 | 1 264 | No se contaba con materia prima en almacén |
| | Marzo | 1 747 | 745 | 1 002 | No realizaron plan de producción |
| | Abril | 2 091 | 745 | 1 346 | Retraso en el proceso de producción |
| | Mayo | 2 183 | 759 | 1 424 | No se realizó requerimiento de material a tiempo |
| | Junio | 2 289 | 760 | 1 529 | Desconocimiento del plan de producción |
| | Julio | 2 373 | 760 | 1 613 | Mala planificación de la producción |
| Total | | 33 536 | 12 663 | 20 873 | |

La tabla 5 es un resumen del total de pedidos que la empresa tuvo en el plazo de Marzo del 2016 a Julio del 2017, en donde se hace un comparativo con lo que la empresa produjo dentro de ese tiempo, obteniendo así un total de pedidos que no fueron atendidos, las causas por las cuales no se logró cubrir con la demanda son debido a que la empresa no cuenta con una planificación y control de la producción, ya que la empresa es empírica y tiene aún dos años en el mercado, por lo que le falta crecer y con el debido asesoramiento, capacitaciones, planificación y control de la producción, logrará cubrir con la demanda y expandirse en el mercado.

b) Subproductos

La empresa no cuenta con ningún tipo de subproducto ya que solo se encarga de la producción y comercialización de este fertilizante ya antes mencionado.

c) Desechos y desperdicios

Dentro del proceso de producción existen dos procesos en donde la materia prima que ingresa, no es la misma que sale, ya que hay cierta cantidad que se pierde dentro de estos dos, pero esto es aprovechado ya que esta materia prima que queda, vuelve a ser utilizada en la siguiente producción. Dentro del proceso de pesado y sellado, algunas bolsas PEBD, que fueron mal selladas, no son reutilizadas, por lo que pasan al descarte.

3.2.2. Materiales e insumos


3.2.2.1. Materiales Directos

Las principales materias primas que la empresa emplea son: el compost, yeso y roca fosfórica; de cada uno se requiere cierto porcentaje para que el fertilizante sea de calidad. Es necesario mencionar que la empresa procesa diariamente 2 000kg de materia prima, es decir un solo lote diario

3.2.2.1.1. Compost (50%)

El compost es un abono de elevada calidad, rico en nutrientes y macronutrientes, obtenido de una técnica mediante la cual se crean condiciones necesarias para las que a partir de residuos orgánicos, los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad sin ningún tipo de producto químico y libre de patógenos; en muchos casos actúa como bactericida y fungicida. El compost, debido a su estructura aterronada facilita la formación de conglomerados del suelo permitiendo así mantener una correcta aireación y humedad del mismo. De igual forma, el compost, aporta organismos (como bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas y degradar sustancias nocivas; mejora las condiciones del suelo aportando carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices). (Román, Martínez y Pantoja, 2013).

Tabla 6. Ficha técnica del compost orgánico


| COMPOST ORGÁNICO | |
|---|--------|
|  | |
| Figura 4. Compost orgánico | |
| <p>Producto natural y ecológico 100% a base de estiércoles y materia vegetal compostada que estimula la actividad biológica del suelo potenciando el crecimiento y desarrollo de las raíces.</p> | |
| Composición | |
| Materia orgánica | 50-60% |
| Materia orgánica seca | 55% |
| pH | 8,5 |
| Aplicaciones | |
| <p>Aporta gran parte de los nutrientes necesarios para las plantas, ya que es un material rico en materia orgánica que se utiliza como mejorante del suelo debido a que aumenta la actividad microbiana. Las principales aplicaciones son para plantas de exterior en macetas y jardineras y para plantas de jardín y huerta y en la agricultura.</p> | |

Fuente: La empresa

3.2.2.1.2. Roca fosfórica (30%)

Zapata y Roy (2007) Es el producto obtenido de la extracción de una mina y del proceso metalúrgico subsiguiente de los minerales fosfatados. Las rocas fosfóricas son un recurso finito y no renovable. Los depósitos de roca fosfórica se encuentran alrededor del mundo. Pocos depósitos han sido explotados y alrededor del 90% de la producción de roca fosfórica mundial se utiliza en la industria de los fertilizantes para producir fertilizantes de fósforo. El restante 10% se utiliza en la fabricación de alimentos para animales, detergentes y productos químicos.

Tabla 7. Ficha técnica de Roca fosfórica

| ROCA FOSFÓRICA | |
|---|------------|
|  | |
| <p>Figura 5. Roca Fosfórica</p> | |
| <p>La roca fosfórica es la fuente comercial de fósforo utilizada como materia prima para la fabricación de fertilizantes fosfatados y otros productos químicos.</p> | |
| Composición | |
| Solubilidad | 92% |
| Humedad | 9% |
| pH | 7 |
| Granulometría | 30 – 40 mm |
| Aplicaciones | |
| <p>Al ser productos naturales, las rocas fosfóricas pueden ser utilizadas en la agricultura biológica. La aplicación directa permite el empleo de las fuentes de rocas fosfóricas que no pueden ser utilizadas en la industria para la producción de los fertilizantes fosfatados solubles en agua y del ácido fosfórico. Son aplicadas comúnmente para mejorar el nivel fosfórico del suelo pero cuando se solubilizan también liberan otros nutrientes presentes en la roca como calcio, magnesio, azufre, sodio.</p> | |

Fuente: La empresa

3.2.2.1.3. Yeso agrícola (20%)

El yeso agrícola es una excelente fuente de calcio y azufre, ya que contiene un equivalente a 32,5% de óxido de calcio (CaO) y 18,6% de azufre (S). El yeso crudo ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) sin calcinar es un mineral no metálico, pulverizado, el cual puede ser usado en la agricultura o como acondicionador de tierras. Las características que posee el yeso agrícola permiten que las plantas lo absorban rápidamente y de manera homogénea. El yeso agrícola puede aplicarse perfectamente de varias maneras: solución en agua, esparciéndolo en la tierra antes del cultivo o en pleno crecimiento del plantío. (Zapata y Roy, 2007).

Tabla 8. Ficha técnica de yeso

| YESO AGRÍCOLA | |
|---|---------|
|  | |
| <p>Figura 6. Yeso Agrícola</p> | |
| <p>La roca fosfórica es la fuente comercial de fósforo utilizada como materia prima para la fabricación de fertilizantes fosfatados y otros productos químicos.</p> | |
| Composición | |
| Óxido de calcio (CaO) | 32,5% |
| Azufre (S) | 18,6% |
| Solubilidad | 1,8 g/l |
| Humedad | <0,05 |
| pH | 7 |
| Aplicaciones | |
| <p>El Yeso contribuye en el control de erosión de los suelos y el ahorro de agua de riego. Además impide la pérdida de Nitrógeno como amoníaco típica de los fertilizantes de síntesis generando un aprovechamiento eficiente de las estrategias de fertilización tradicional. La aplicación de Yeso como fertilizante es ampliamente recomendada entre las prácticas de conservación del suelo y agricultura orgánica tanto en cultivos intensivos como extensivos. Su efecto es inmediato; tanto si se lo utiliza para corregir problemas de pH o Salinidad cuanto si es usado como fertilizante.</p> | |

Fuente: La empresa

3.2.2.2. Materiales indirectos

Los materiales indirectos vienen a ser todos aquellos necesarios pero que no son utilizados directamente en la elaboración de un producto. Dentro de los materiales indirectos que la empresa utiliza tenemos:

- Bolsas PEBD: Utilizadas para el llenado y sellado de producto terminado de la empresa, estas bolsas tienen buena resistencia térmica, química y al impacto.

3.2.2.3. Abastecimiento de materiales

El abastecimiento de la materia prima para la elaboración de fertilizantes, se realiza de una manera desordenada, ya que la empresa espera a que los clientes realicen pedidos, para que posteriormente ellos realicen la orden de pedido de materia prima, variando el tiempo de abastecimiento entre 3 días a 1 semana según los proveedores que estén disponibles. Esta es la causa predominante de que los clientes rechacen los pedidos por incumplimiento en el plazo acordado debido a que la empresa no cuenta con un sistema en donde los insumos sean suministrados periódicamente por lo que el proceso de producción se retrasa y el producto no es terminado a tiempo, reduciendo las ganancias por los rechazos que existen.

Tabla 9. Abastecimiento de materiales

| Año | Mes | Cantidad de pedidos totales históricos | Pedidos entregados a tiempo | Pedidos rechazados y no atendidos | Causa | Tiempo de abastecimiento de proveedores |
|------|------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 2016 | Marzo | 1 826 | 690 | 1 136 | Tiempo de abastecimiento de la empresa es mayor al tiempo de requerimiento de producto de cliente | de 3 días a 1 semana |
| | Abril | 1 790 | 700 | 1 090 | | |
| | Mayo | 1 988 | 728 | 1 260 | | |
| | Junio | 1 830 | 732 | 1 098 | | |
| | Julio | 2 054 | 739 | 1 315 | | |
| | Agosto | 1 889 | 746 | 1 143 | | |
| | Septiembre | 1 754 | 753 | 1 001 | | |
| | Octubre | 1 655 | 761 | 894 | | |
| | Noviembre | 1 954 | 784 | 1 170 | | |
| | Diciembre | 2 098 | 762 | 1 336 | | |
| 2017 | Enero | 2 014 | 762 | 1 252 | | |
| | Febrero | 2 001 | 737 | 1 264 | | |
| | Marzo | 1 747 | 745 | 1 002 | | |
| | Abril | 2 091 | 745 | 1 346 | | |
| | Mayo | 2 183 | 759 | 1 424 | | |
| | Junio | 2 289 | 760 | 1 529 | | |
| | Julio | 2 373 | 760 | 1 613 | | |
| | Total | 33 536 | 20 873 | 20 873 | | |

Fuente: La empresa

3.2.2.4. Insumos

A. Mano de obra

Procesos Muchik S.R.L., cuenta actualmente con 3 operarios, los cuales se encargan de todo el proceso de producción, estos son rotativos ya que cada uno realiza las diferentes actividades dentro del proceso laborando 8 horas al día, 24 días al mes.

Tabla 10. Información sobre operarios

| OPERARIO | ESTUDIOS REALIZADOS | | | | | Capacitaciones recibidas |
|----------|---------------------|----------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------|
| | Educación primaria | Educación secundaria | Universitario | Técnico | Bachiller | |
| 1 | X | | | | | NO |
| 2 | | X | | | | NO |
| 3 | | X | | | | NO |

Fuente: Elaboración Propia

Mediante una entrevista personal que se tuvo con los operarios, se obtuvo la tabla 10 en donde se puede ver que los operarios tienen un estudio básico y no tienen experiencia laboral, es decir no son calificados, esto se debe a que fueron contratados de manera informal, siendo estos pobladores de la zona; por otro lado, la empresa no ofrece capacitaciones, ni ayuda a potenciar habilidades o conocimientos a los operarios, ocasionando cierto desagrado en ellos.

B. Maquinaria y equipos

Dentro de la maquinaria y equipos que forman parte del proceso de producción de fertilizantes se tiene: Tamizador de tambor rotativo, secador de tambor rotativo, granuladora doble rodillo, Tamizador con tolva alimentadora, 1 balanza, 1 selladora para las bolsas PEBD, palana, baldes con capacidad de 20kg cada uno.

C. Suministros

La empresa utiliza de manera directa el suministro de energía eléctrica, el cual es proporcionado por la empresa Electronorte; el suministro de agua potable no es utilizado en el proceso de producción como un insumo directo, sino en el lavado de maquinarias, lo cual no se realiza a diario.

Tabla 11. Suministro de energía eléctrica

| Maquinaria | Cantidad | Consumo en kW.h | Costo por kW. H | Total |
|------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Tamizadora | 1 | 3 | S/ 0,49 | S/ 282,24 |
| Tambor rotatorio | 1 | 7.5 | S/ 0,49 | S/ 705,60 |
| Granuladra de rodillo | 1 | 22 | S/ 0,49 | S/ 2 069,76 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 1 | 0,55 | S/ 0,49 | S/ 51,74 |
| TOTAL | | 6 345,6 | S/ 0,49 | S/ 3 109,34 |

De acuerdo a las máquinas utilizadas en el proceso de producción y el consumo de kW.h de cada una, considerando que se laboran 8 horas al día y 24 días al mes, se obtuvo la tabla 11; sumando un total de 6 345,6 kW.h utilizados en un mes, lo que representa S/ 3 109,34.

3.2.3. Proceso de Producción

a) Recepción de materia prima: Este proceso empieza cuando la empresa recibe un pedido de fertilizantes y a continuación, la misma, realiza el pedido de materia prima a sus distintos proveedores teniendo un plazo de entrega de tres días a una semana. Posteriormente cuando la materia prima llega a la empresa, ésta es descargada por los operarios y es llevada a sus respectivas áreas en las cuales es almacenada.

b) Tamizado 1: La empresa procesa diariamente 2 000kg de materia prima de los cuales, el 30% de roca fosfórica es tamizada. Este proceso empieza en el área de almacén de roca fosfórica, donde los operarios cargan este material en baldes de 20 kg y lo llevan al área de tamizado, realizando varios viajes. Posteriormente se procede a tamizar el material el cual consiste en que las partículas de menor tamaño pasen por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las de mayor tamaño quedan retenidas por el mismo, siendo estas utilizadas para un siguiente lote de producción.

c) Mezclado: una vez tamizada la roca fosfórica se procede al mezclado. La roca fosfórica tamizada es llevada al área de mezclado en donde se espera a la llegada de los dos restantes materiales de los cuales se necesita el 20% de yeso y 50% de compost, estos de igual forma son cargados en baldes de 20 kg generando cruces y varios viajes dentro del proceso. Una vez listas las cantidades necesarias de materia prima requerida, se procede al mezclado. En este proceso no se cuenta con maquinaria, por lo que un operario realiza esta operación mediante una palana, demorando el proceso.

d) Granulado: una vez obtenida la mezcla, se procede al proceso de granulado en donde se quiere asegurar que todo el material sea de tamaño apropiado. La masa obtenida hasta ahora, es lo suficientemente húmeda para formar gránulos separados, por lo que se introduce en un granulador, en el cual las basas del rotor oscilan

obligando así a la humedad a atravesar el tamiz que determinará el tamaño del gránulo siendo este de 5mm.

e) Secado: Los gránulos pasan a ser secados con la finalidad de eliminar cualquier fisura o polvo haciendo el gránulo de mejor calidad y más compacto.

f) Tamizado 2: el producto secado pasa a un tamiz 2, en esta etapa se utiliza una criba vibradora con tamaño de orificio de 5 mm. Se realiza con la finalidad de obtener un material homogéneo, el cual será posteriormente envasado.

g) Pesado y sellado: finalmente se obtiene el fertilizante con la granulometría específica y homogénea, el cual es pesado y sellado en bolsas de 50 kg para posteriormente llevarlo a almacén para su pronta comercialización.

3.2.4. Sistema de producción

La empresa Procesos Muchik S.R.L. cuenta con un sistema de producción bajo pedido, debido a que responden a órdenes o pedidos de los clientes. Y con relación a la producción por procesos, lo caracteriza la producción por lotes, ya que se fabrican lotes del mismo producto de acuerdo a los pedidos de los clientes.

3.2.5. Análisis para el proceso de producción

Para analizar el proceso de producción, se tomaron herramientas como el Diagrama de flujo, diagrama de operaciones (DOP), de actividades del proceso (DAP) y diagrama de recorrido. El siguiente diagrama de flujo es de acuerdo al proceso de elaboración de bolsas de 50kg de fertilizante.

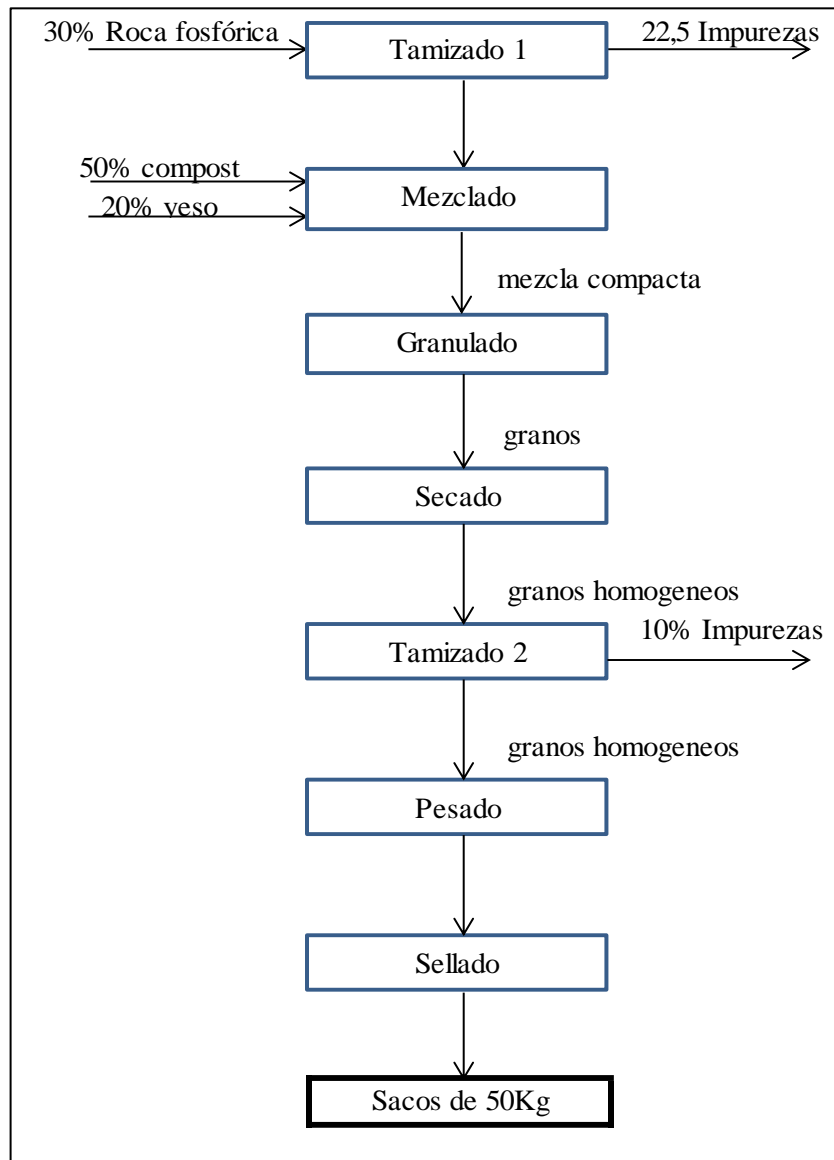


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de fertilizantes Multiphos
Fuente: Elaboración Propia

Para poder apreciar las demoras, transportes, inspecciones, se realizó un DAP y así lograr encontrar actividades productivas e improductivas. Pero para poder realizar un DOP y DAP adecuado, se procedió a realizar un estudio de tiempos, en base al método Mundel ya que es un método tradicional en cual tiene un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%. Este estudio se realizó en base a 2 000 kg que la empresa procesa diariamente.

Se realizó una muestra inicial de 5 observaciones de la cual se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 12. Tiempo en minutos de observaciones de cada actividad del proceso productivo

| TAMIZADO 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | PROMEDIO |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Transporte al área de tamizado | 9 | 8,57 | 9 | 9,51 | 9 | 9,016 |
| Tamizado 1 | 26,59 | 24,26 | 24,47 | 25,2 | 24,58 | 25,02 |
| MEZCLADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Transporte al área de mezclado | 7,35 | 6,58 | 7,31 | 7,26 | 7,22 | 7,144 |
| Espera de Materiales para el mezclado | 49,52 | 46,36 | 48 | 45,19 | 47,45 | 47,304 |
| Mezclado e inspección | 127,58 | 116,43 | 119,32 | 120 | 119,27 | 120,52 |
| GRANULADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Transporte al área de granulado | 3 | 3,02 | 2,59 | 3 | 3 | 2,922 |
| Granulado e inspección | 60,22 | 60 | 63,41 | 60,35 | 57,15 | 60,226 |
| SECADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Transporte al área de secado | 8 | 7,53 | 7,48 | 8,55 | 8,72 | 8,056 |
| Secado | 11,05 | 9,44 | 10 | 10,12 | 10 | 10,122 |
| TAMIZADO 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Transporte al área de tamizado | 6,32 | 6 | 6,12 | 5,48 | 5,74 | 5,932 |
| Tamizado | 60 | 58,03 | 63,56 | 60,09 | 60 | 60,336 |
| EMPAQUETADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Transporte hacia balanza | 13 | 13,41 | 13 | 12,38 | 14,06 | 13,17 |
| Pesado del producto tamizado | 20 | 20,03 | 21,57 | 19,31 | 20,09 | 20,2 |
| Sellado de bolsas de 50 kg de fertilizante | 17 | 17,1 | 17,02 | 16,54 | 18,49 | 17,23 |
| Transporte hacia almacén de PT | 12,24 | 13 | 13,56 | 13 | 13,06 | 12,972 |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla 12, es necesario encontrar dos valores. El primero es el rango (A), que es la diferencia entre el dato mayor y el menor.

$$(A) = R_{max} - R_{min}$$

Y el segundo es el rango (B), que es la suma entre el dato mayor y el dato menor.

$$(B) = R_{max} + R_{min}$$

Una vez obtenidos estos datos, se divide el rango (A), entre el rango (B), del cual se obtendrá un resultado, con este dato se comprueba en la Tabla de Mundel (Tabla 13) el número de observaciones que se debe realizar por cada actividad (ver tabla 14)

Tabla 13. Tabla de Mundel

| (A-B)/ (A+B) | SERIE INICIAL DE | | (A-B)/ (A+B) | SERIE INICIAL DE | |
|-----------------|------------------|----|-----------------|------------------|-----|
| | 5 | 10 | | 5 | 10 |
| 0,05 | 3 | 1 | 0,28 | 93 | 53 |
| 0,06 | 4 | 2 | 0,29 | 100 | 57 |
| 0,07 | 6 | 3 | 0,3 | 107 | 61 |
| 0,08 | 8 | 4 | 0,31 | 114 | 65 |
| 0,09 | 10 | 5 | 0,32 | 121 | 69 |
| 0,1 | 12 | 7 | 0,33 | 129 | 74 |
| 0,11 | 14 | 8 | 0,34 | 137 | 78 |
| 0,12 | 17 | 10 | 0,35 | 145 | 83 |
| 0,13 | 20 | 11 | 0,36 | 154 | 88 |
| 0,14 | 23 | 13 | 0,37 | 162 | 93 |
| 0,15 | 27 | 15 | 0,38 | 171 | 98 |
| 0,16 | 30 | 17 | 0,39 | 180 | 103 |
| 0,17 | 34 | 20 | 0,4 | 190 | 108 |
| 0,18 | 38 | 22 | 0,41 | 200 | 114 |
| 0,19 | 43 | 24 | 0,42 | 210 | 120 |
| 0,2 | 47 | 27 | 0,43 | 220 | 126 |
| 0,21 | 52 | 30 | 0,44 | 230 | 132 |
| 0,22 | 57 | 33 | 0,45 | 240 | 138 |
| 0,23 | 63 | 36 | 0,46 | 250 | 144 |
| 0,24 | 68 | 39 | 0,47 | 262 | 150 |
| 0,25 | 74 | 42 | 0,48 | 273 | 156 |
| 0,26 | 80 | 46 | 0,49 | 285 | 163 |
| 0,27 | 86 | 49 | 0,5 | 296 | 170 |

Tabla 14. Cálculo de observaciones considerando los rangos de la tabla de Mundel

| TAMIZADO 1 | R máx. | R. min | R.máx- R.min (A) | R.máx+R.min (B) | A/B | N° de observaciones |
|--|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| Transporte al área de tamizado | 9,51 | 8,57 | 0,94 | 18,08 | 0,05199115 | 3 |
| Tamizado 1 | 26,59 | 24,26 | 2,33 | 50,85 | 0,045821042 | 3 |
| MEZCLADO | | | | | | |
| Transporte al área de mezclado | 7,31 | 6,58 | 0,73 | 13,89 | 0,052555796 | 3 |
| Espera de Materiales para el mezclado | 49,52 | 45,19 | 4,33 | 94,71 | 0,045718509 | 3 |
| Mezclado e inspección | 127,58 | 116,43 | 11,15 | 244,01 | 0,045694849 | 3 |
| GRANULADO | | | | | | |
| Transporte al área de granulado | 3,02 | 2,59 | 0,43 | 5,61 | 0,076648841 | 8 |
| Granulado e inspección | 63,41 | 57,15 | 6,26 | 120,56 | 0,051924353 | 3 |
| SECADO | | | | | | |
| Transporte al área de secado | 8,72 | 7,48 | 1,24 | 16,2 | 0,07654321 | 8 |
| Secado | 11,05 | 9,44 | 1,61 | 20,49 | 0,078574915 | 8 |
| TAMIZADO 2 | | | | | | |
| Transporte al área de tamizado | 6,32 | 5,48 | 0,84 | 11,8 | 0,071186441 | 6 |
| Tamizado | 63,56 | 58,03 | 5,53 | 121,59 | 0,045480714 | 3 |
| EMPAQUETADO | | | | | | |
| Transporte hacia balanza | 14,06 | 12,38 | 1,68 | 26,44 | 0,063540091 | 4 |
| Pesado del producto tamizado | 21,57 | 19,31 | 2,26 | 40,88 | 0,055283757 | 4 |
| Sellado de bolsas de 50 kg de fertilizante | 18,49 | 16,54 | 1,95 | 35,03 | 0,055666572 | 4 |
| Transporte hacia almacén de PT | 13,56 | 12,24 | 1,32 | 25,8 | 0,051162791 | 3 |

Fuente: Elaboración Propia

Habiendo calculado el nuevo número de observaciones que deben realizarse según la tabla de Mundel, se procedió a calcular los nuevos tiempos.

Tabla 15. Medición de las actividades (minutos)

| TAMIZADO 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | PROMEDIO |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Transporte al área de tamizado | 9,47 | 8,51 | 9,03 | | | | | | 9 |
| Tamizado 1 | 26,59 | 24,25 | 24,14 | | | | | | 25 |
| MEZCLADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Transporte al área de mezclado | 7,27 | 6,58 | 7,15 | | | | | | 7 |
| Espera de Materiales para el mezclado | 47,59 | 46,28 | 47,5 | | | | | | 47,12 |
| Mezclado e inspección | 123,58 | 120 | 116,43 | | | | | | 120 |
| GRANULADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Transporte al área de granulado | 2,57 | 3,26 | 3 | 3,55 | 3,05 | 2,59 | | | 3 |
| Granulado e inspección | 62,18 | 57,35 | 60,48 | | | | | | 60 |
| SECADO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Transporte al área de secado | 8 | 8,22 | 8 | 8,34 | 8 | 8,02 | 8 | 7,43 | 8 |
| Secado | 11,05 | 9,41 | 10,53 | 9,28 | 9,59 | 10,17 | 9 | 11 | 10 |
| TAMIZADO 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Transporte al área de tamizado | 6,37 | 5,48 | 6,22 | 6,37 | 6 | 5,56 | | | 6 |
| Tamizado | 62,22 | 60,39 | 57,4 | | | | | | 60 |
| EMPAQUETADO | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Transporte hacia balanza | 12,38 | 14,06 | 13 | 12,57 | | | | | 13 |
| Pesado del producto tamizado | 21,57 | 19,31 | 19,12 | 20 | | | | | 20 |
| Sellado de bolsas de 50 kg de fertilizante | 17 | 17,47 | 17 | 16,54 | | | | | 17 |
| Transporte hacia almacén de PT | 12,49 | 13,52 | 13 | | | | | | 13 |

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de las observaciones realizadas se procede a tomar estos tiempos como referencia para el diagrama de operaciones.

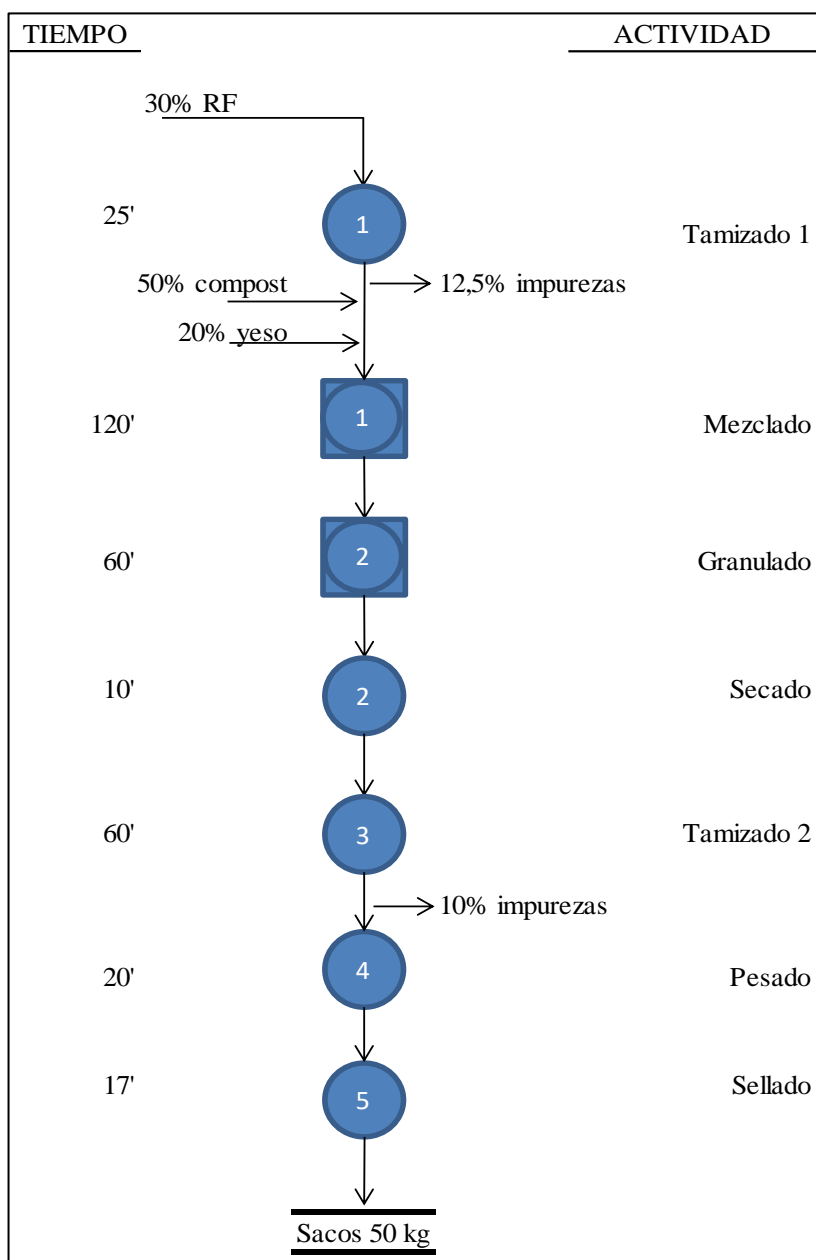


Figura 8. Diagrama de Operaciones de Fertilizante Multiphos

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Cuadro resumen DOP

| Resumen | | | | |
|------------|---------|----------|--------------|---------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación | ○ | 5 | 132 | |
| Inspección | ◻ | 2 | 180 | |
| Combinada | ◻ | - | - | - |
| Total | | 7 | 312 | |

De igual forma para el diagrama de análisis de proceso, se toman los tiempos obtenidos de la tabla 15, y se obtiene la siguiente figura

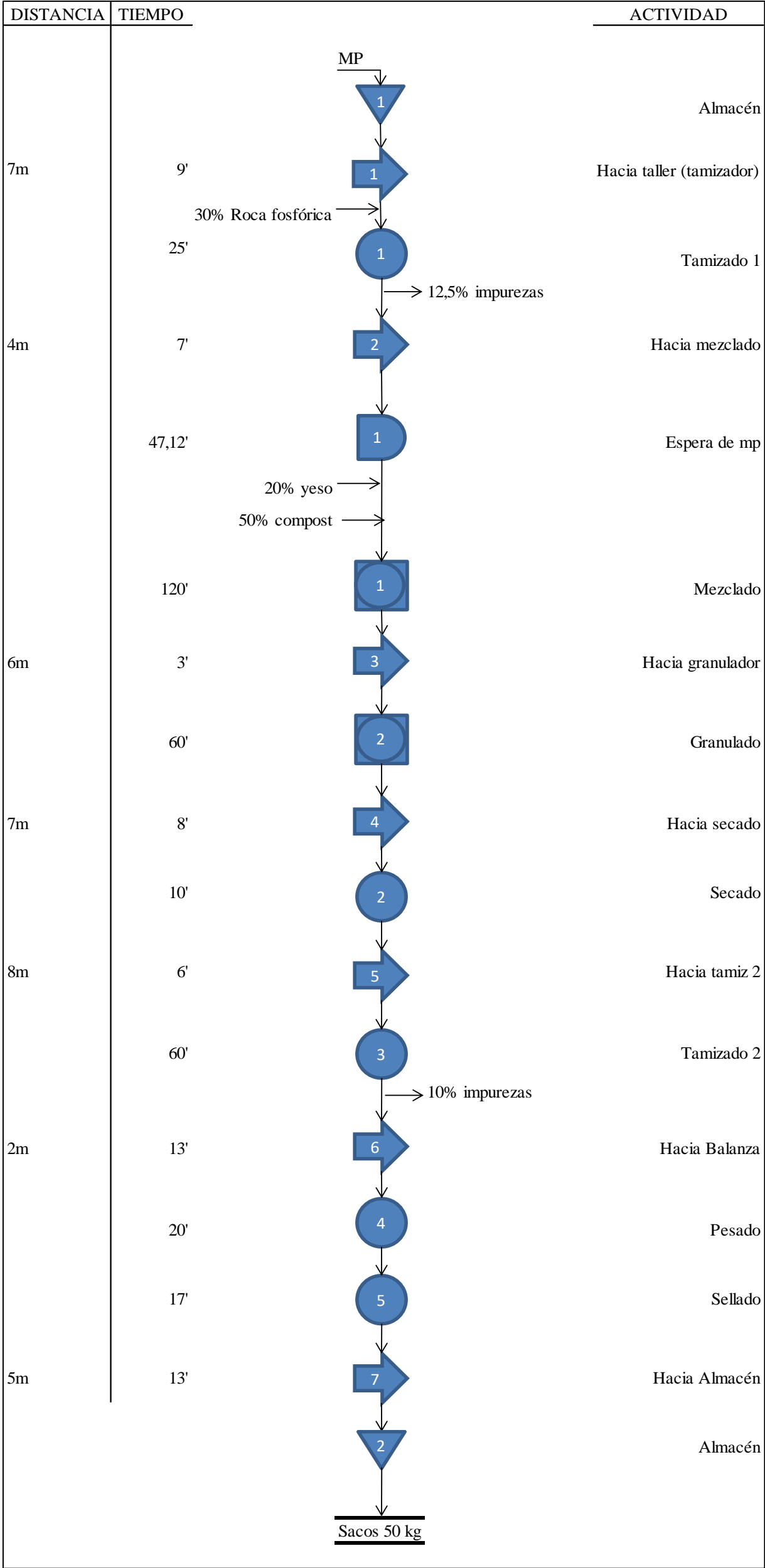







Figura 9. Diagrama de análisis de proceso de fertilizantes Multiphos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cuadro resumen DAP

| Resumen | | | | |
|------------|---|----------|--------------|---------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación |  | 5 | 132 | |
| Combinada |  | 2 | 180 | |
| Transporte |  | 7 | 59 | 39 |
| Almacén |  | 2 | - | |
| Demora |  | 1 | 47,12 | |
| Total | | 17 | 418,12 | 39 |

De la tabla 16, se tienen 17 actividades, de las cuales, 7 son operativas que suman un tiempo total de 312 minutos, de estas, 2 son combinadas lo que quiere decir que se realizan operaciones operativas y simultáneamente están siendo inspeccionadas; el resto de actividades son improductivas sumando un tiempo total de 106,12 minutos.

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{132 + 180}{418,12} \times 100 = 74,62\%$$

Dentro del tiempo total del proceso productivo de fertilizantes, existe un 74,62% de tiempo productivo, es decir tiempos destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como actividades de operación e inspección y combinada de éstos,

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{59 + 47,12}{418,12} \times 100 = 25,39\%$$

Sin embargo, también existe un 25,38% del tiempo total de producción relativo a tiempos de actividades improductivas como tiempos de transporte de un área a otra y tiempo de demora en el cual el proceso espera un tiempo para que todo el material esté preparado y pueda ser procesado, esto representa un costo de S/ 384,26 al mes que la empresa deja de percibir.

De igual forma, esta empresa cuenta con una planta de procesamiento con una dimensión de 1 500 m², destinada también a la recepción de materia prima e insumos y el almacenamiento del producto final, cabe recalcar que ambos (materia prima y producto final) están ubicados en un mismo almacén ver figuras 10 y 11. En el área de producción las maquinarias se encuentran en desorden y en un ambiente no muy limpio (ver figuras 12, 13, 14) lo que origina cruces innecesarios y desorden en la empresa; para tener una visión más clara de la empresa se realizó un diagrama de recorrido ver figura 15.



Figura 10. Almacén de producto terminado y materia prima (materia prima)

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

La figura 10 que se muestra es el almacén de materia prima y producto terminado. En esta figura se evidencia que parte de la materia prima está ubicada en el piso, sin ningún tipo de protección, de igual forma en el fondo del lugar hay bolsas de materia prima que aún no han sido utilizadas. El balde que se muestra en la imagen es el que utilizan como medida (20 kg) para el traslado de materiales.



Figura 11. Almacén de producto terminado y materia prima (producto terminado)

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

En la figura 11 se muestra otra vista del almacén de materia prima y producto terminado, en este caso se muestra el producto terminado, el cual está compilado en pilas de 6 x 15. Se puede observar que el producto terminado no está almacenado sobre pallets y por esta área existen otros sacos de materia prima (sacos blancos).



Figura 12. Área de producción (vista 1)

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

En la figura anterior (figura 12) se evidencia el área de producción, en esta vista se puede observar la máquina granuladora y tamizado de tambor rotatorio, de igual forma se observa a un operario cargando los baldes que utilizan como medida sobre el hombro. Se puede ver que existe gran desorden dentro del área.



Figura 13. Área de producción (vista 2)

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

En la vista 2 del área de producción que se muestra en la figura 13, se observa la máquina de tamiz con tolva alimentadora, esta área es la de mayor desorden como se puede visualizar ya que hay material esparcido por toda el área.

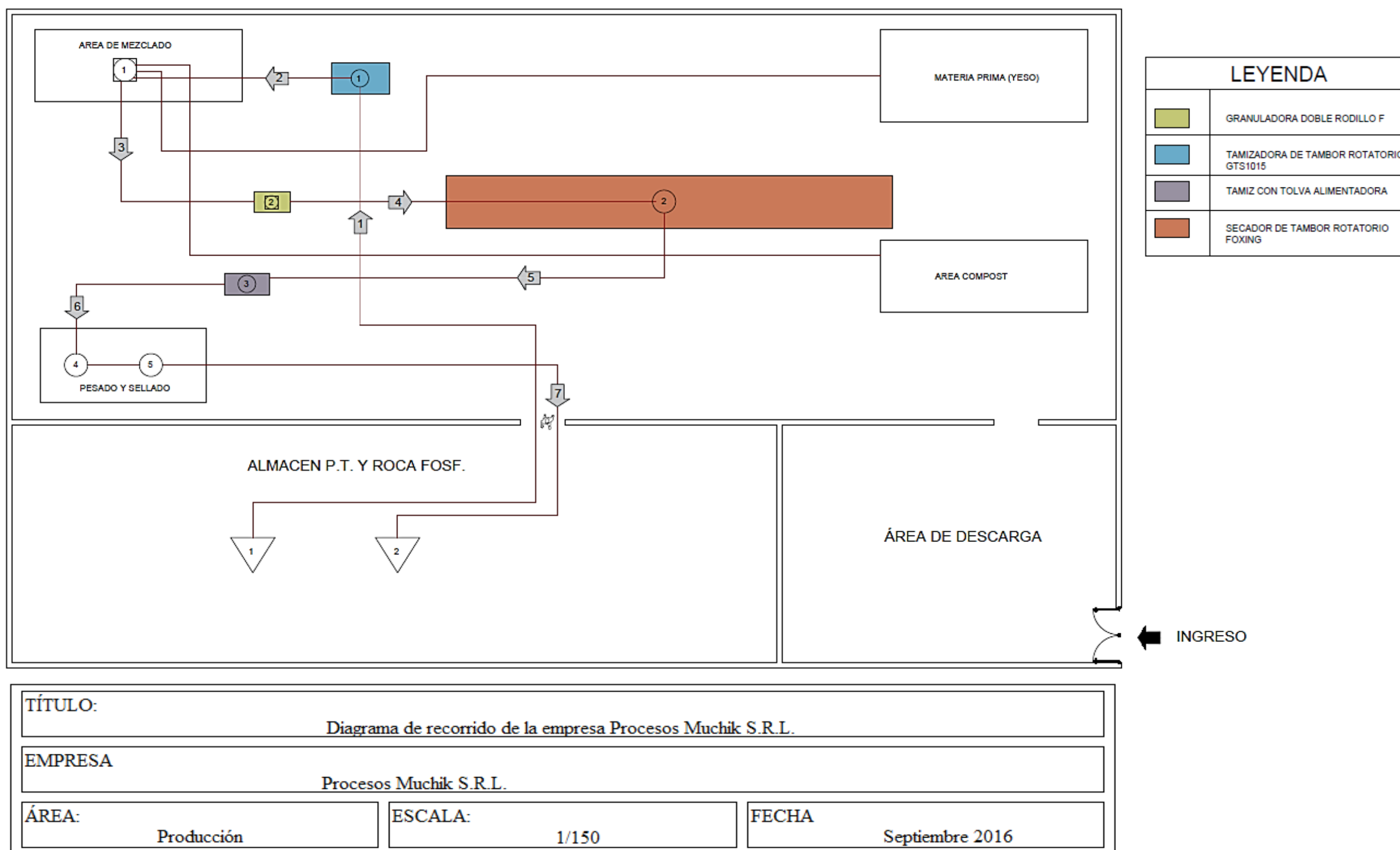


Figura 14. Área de producción (3)

Fuente: Procesos Muchik S.R.L.

En la figura 14 se muestra una tercera vista del área de producción donde se encuentra el secador de tambor rotatorio, al igual que en las otras áreas hay desorden y algunas maquinarias y piezas que no utilizan pero aun así se encuentran dentro del área de producción. Cabe resaltar que el piso de la vista 2 y 3 no está encementado así como el área está al aire libre.

Habiendo realizado los respectivos DOP Y DAP, se procede a realizar el diagrama de recorrido el cual es una herramienta para complementar el análisis del proceso, donde se indican las máquinas e instalaciones, plasmando la ruta de movimientos que los operarios y el material realiza desde que empieza el proceso de producción hasta que se obtiene el producto terminado y es almacenado.



Fuente: La empresa

En la figura 15, se puede observar el recorrido que realiza la materia prima para su procesamiento y la obtención de las bolsas de 50 kg de fertilizante, de igual forma se visualiza el recorrido que hacen los operarios. Como ya se ha mencionado, existen tres tipos de materia prima (yeso, compost y roca fosfórica) los cuales se encuentran almacenados en distintas áreas; las cuales están alejadas del primer proceso el cual es el tamizado; esto genera distancias innecesarias y por lo tanto tiempos improductivos, desplazando el material de un extremo a otro lo que ocasiona contaminación cruzada durante todo el recorrido, esto debido a la distribución actual de las máquinas de la empresa.

3.2.6. Indicadores actuales de producción y productividad

Tabla 18. Producción promedio de Marzo del 2016 a Julio 2017

| Mes | Cantidad de sacos x 50 kg. producidos | Equivalente en kg. |
|--------------------------|--|---------------------------|
| Marzo | 690 | 34 500 |
| Abril | 700 | 35 000 |
| Mayo | 728 | 36 400 |
| Junio | 732 | 36 600 |
| Julio | 739 | 36 950 |
| Agosto | 746 | 37 300 |
| Septiembre | 753 | 37 650 |
| Octubre | 761 | 38 050 |
| Noviembre | 784 | 39 200 |
| Diciembre | 762 | 38 100 |
| Enero | 762 | 38 100 |
| Febrero | 737 | 36 850 |
| Marzo | 745 | 37 250 |
| Abril | 745 | 37 250 |
| Mayo | 759 | 37 950 |
| Junio | 760 | 38 000 |
| Julio | 760 | 38 000 |
| Promedio mensual en kg. | | 37 244,12 |
| Promedio diario en sacos | | 31,037 |

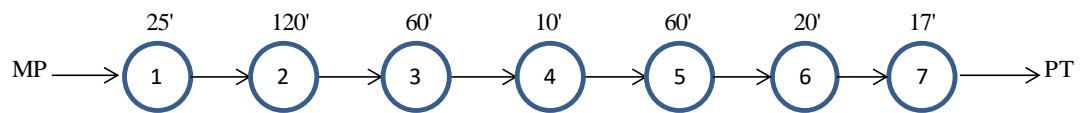
Fuente: la empresa

$$\text{Producción actual} = \frac{37\,244,12 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{bolsa}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}} = 31 \text{ bolsas de fertilizante/día}$$

De acuerdo a la tabla 18, se tiene que la empresa, diariamente produce en promedio 31 sacos al día. Es decir, la empresa procesa un solo lote, que viene a ser representado por 31 sacos de 50 kg de producto terminado, para estos lotes, la empresa procesa diariamente 2 000kg de materia prima.

- **Cuello de botella**

A partir de haber calculado el tiempo promedio de las actividades, se halló el cuello de botella del proceso de producción de fertilizantes.



El cuello de botella es el proceso de mezclado el cual es de 120 min para un lote de 2 000 kilogramos de materia prima. (Ver estudio de tiempos página 50).

$$\text{Cuello de botella (c)} = \frac{120 \text{ min}}{\text{lote}}$$

El tiempo del cuello de botella define la velocidad de la producción.

Los datos obtenidos de la tabla 18 son en base a historiales y bases de datos que la empresa brindó, pero de acuerdo al estudio de tiempos realizado en la tabla 15 (página 50) se procede a hallar la producción real, producción a la cual la empresa está dispuesta a realizar.

$$\text{Producción estimada} = \frac{\text{tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

Siendo el tiempo base los 480 minutos que se trabaja por día, y el ciclo determinado por el cuello de botella, siendo este de 120min.

$$\text{Producción estimada} = \frac{480 \text{ min/día}}{120 \text{ min/lote}} = 4 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 124 \frac{\text{sacos}}{\text{día}}$$

Como ya se mencionó anteriormente, 1 lote viene a estar representado por 31 sacos por lo que la empresa estaría dispuesta a producir 124 sacos/día, producción a la que no alcanza debido a la falta de planificación, control y orden de la producción que la empresa tiene.

- **Productividad**

- ✓ Maquinaria

Se considera que la empresa cuenta con 4 máquinas. Por lo tanto:

$$\text{Productividad} = \frac{31 \text{ sacos de P. T.}}{4 \text{ máquinas}} = 7,75 \frac{\text{sacos de P. T}}{\text{máquina}}$$

Considerando que la empresa tiene 4 máquinas se interpreta que en la empresa se produce 7,75 sacos de producto terminado por máquina

- ✓ Materiales

Se producen 15,5 bolsas de fertilizante por cada tonelada de materia prima destinadas a producir 1 lote.

$$\text{Productividad} = \frac{31 \text{ bolsas de P. T.}}{2 \text{ toneladas.}} = 15,5 \frac{\text{bolsas}}{\text{tonelada}}$$

- ✓ Mano de obra

Se producen 10,33 bolsas de producto terminado por operario, considerando que la empresa cuenta con 3 operarios para el proceso productivo.

$$\text{Productividad} = \frac{31 \text{ bolsas de P. T.}}{3 \text{ operarios.}} = 10,33 \frac{\text{bolsas}}{\text{operario}}$$

- **Eficiencia**

- ✓ Eficiencia física

De acuerdo a la tabla 19, se puede obtener un cuadro resumen sobre la producción diaria y viene a ser la siguiente tabla:

Tabla 19. Resumen de producción diaria

| | |
|---------------------------|-----------|
| Promedio mensual en kg | 37 244,12 |
| Promedio diario en bolsas | 31,037 |

Por lo tanto se procede a calcular la eficiencia física

$$Ef = \frac{31 \text{ bolsas} * 50 \frac{kg}{\text{bolsa}}}{2000 kg} = 0.775 = 77,5\%$$

La eficiencia física obtenida es de 77,5%, esto nos indica que por cada 1 Kg de materia prima, su aprovechamiento útil es el 77,5%, es decir 775 gramos son aprovechados y 225 gramos perdidos, los cuales vuelen a ser utilizados en el procesamiento del siguiente lote.

✓ Eficiencia económica

Para el cálculo de la eficiencia económica se procede a dividir los ingresos entre los costos de producción.

El sueldo mensual de un operario, es de S/ 1 000,00. El costo por operario al día es de S/ 125,00 considerando 24 días laborales al mes, sueldo fijo que ganan sin considerar cuanto produzcan al día. Ver tabla 20

Tabla 20. Costo por operario

| Costo por operario | | | |
|--------------------|----------|----------------|---------------|
| Cargo | Cantidad | Sueldo mensual | Costo por día |
| Operarios | 3 | S/ 1 000,00 | S/ 125,00 |

Para poder calcular el costo de la materia prima se toma en cuenta la eficiencia física del 77,5% para poder calcular la materia prima necesaria para producir los sacos de fertilizantes.

Tabla 21. Total de materia prima necesitada

| | |
|---------------------------------|--------|
| Producción diaria (sacos 50 kg) | 31 |
| Total en kg | 1 550 |
| Aprovechamiento | 77,50% |
| Total de kg. de mp necesitada | 2 000 |

A partir de la tabla 21 se sacan los costos con cada porcentaje por materia prima requerida.

Tabla 22. Total costo de materia prima por 31 sacos de 50 kg

| Material | Proporción | Total necesitado en kg. | Costo unitario | Costo por kg |
|----------------|------------|-------------------------|----------------|--------------|
| Roca fosfórica | 30% | 600 | S/ 0,05 | S/ 30,00 |
| Yeso | 20% | 400 | S/ 0,06 | S/ 24,00 |
| Compost | 50% | 1000 | S/ 0,06 | S/ 60,00 |
| TOTAL COSTO MP | | | | S/ 114,00 |

Para poder obtener el costo total de producción se toma en cuenta el costo de energía al mes el cual se detalla en la tabla 23.

Tabla 23. Costo de energía al mes

| Maquinaria | Cantidad | Consumo en kW.h | N° de horas al día | N° días al mes | Costo por kW. H | Total |
|------------------------------|----------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Tamizadora | 1 | 3 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 282,24 |
| Tambor rotatorio | 1 | 7,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 705,60 |
| Granulador de rodillo | 1 | 22 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 2 069,76 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 1 | 0,55 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 51,74 |
| Total mensual | | | | | | S/ 3 109,34 |
| Total diario | | | | | | S/ 129,6 |

Tabla 24. Costo por saco

| | |
|---------------------------|------------------|
| Costo MO | S/ 125 |
| Costo de energía | S/ 129,6 |
| Costo de MP | S/ 114 |
| Total por 31 sacos | S/ 368,56 |
| Total sacos producidos | 31 |
| Costo x saco | S/ 12,59 |

En la tabla 24 se resumen todos los costos obtenidos, teniendo como suma total S/ 368,56, siendo el costo por saco S/ 12,59; costo en el cual están sumados los S/0,7 céntimos por bolsa para cada producto final.

Tabla 25. Costo de Producción

| Costo | Valor | Producción | Total por día |
|------------------------------|----------|------------|------------------|
| Costo variable de producción | S/ 12,59 | 31 | S/ 390,29 |
| Total | | | S/ 390,29 |

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{31 * S/ 56,00}{S/ 390,29} = 4,67$$

El resultado de la eficiencia económica es de 4,67, es decir que por cada sol que se invierte la empresa gana, 3,67 nuevos soles.

- **Capacidad**

- ✓ Capacidad de diseño

Según la empresa Procesos Muchik S.R.L., la capacidad máxima teórica que la empresa tiene es de 400 unidades por día, trabajando bajo condiciones ideales.

$$\text{Capacidad de Diseño} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad efectiva o real

La capacidad real con la que la empresa trabaja actualmente y que espera alcanzar es de 31 bolsas de fertilizante por día.

$$\text{Capacidad real} = \frac{31 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad ociosa

La capacidad que la empresa no está aprovechando es de 369 bolsas al día.

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}} - \frac{31 \text{ bolsas}}{\text{día}} = \frac{369 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad utilizada

La capacidad utilizada por la empresa es de 31% de la capacidad total que presenta. Este valor es muy bajo, por lo cual se debe mejorar los procesos para elevar dicho valor y satisfacer la demanda que existe.

$$\text{Utilización} = \frac{31 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}}{400 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}} = 7,75\%$$

- **Rechazos de pedidos**

Tabla 26. Número de pedidos rechazados de marzo 2016 a marzo 2017

| Año | Mes | Número de pedidos ingresados | Cantidad de pedidos totales en sacos de 50 kg | Número de pedidos entregados a tiempo | Cantidad de pedidos entregados en sacos de 50 kg | Cantidad de sacos rechazados |
|-------------|--------------|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| 2016 | Marzo | 18 | 1 826 | 14 | 690 | 491 |
| | Abril | 17 | 1 790 | 11 | 700 | 530 |
| | Mayo | 17 | 1 988 | 10 | 728 | 539 |
| | Junio | 22 | 1 830 | 17 | 732 | 473 |
| | Julio | 19 | 2 054 | 11 | 739 | 636 |
| | Agosto | 15 | 1 889 | 3 | 746 | 502 |
| | Septiembre | 18 | 1 754 | 14 | 753 | 292 |
| | Octubre | 21 | 1 655 | 15 | 761 | 261 |
| | Noviembre | 23 | 1 954 | 13 | 784 | 616 |
| | Diciembre | 17 | 2 098 | 12 | 762 | 667 |
| 2017 | Enero | 25 | 2 014 | 14 | 762 | 686 |
| | Febrero | 19 | 2 001 | 12 | 737 | 737 |
| | Marzo | 16 | 1 747 | 10 | 745 | 571 |
| | Abril | 13 | 2 091 | 9 | 745 | 768 |
| | Mayo | 18 | 2 183 | 10 | 759 | 801 |
| | Junio | 22 | 2 289 | 19 | 760 | 879 |
| | Julio | 24 | 2 373 | 15 | 760 | 931 |
| | Total | 324 | 33 536 | 209 | 12 663 | 10 380 |

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados}}{\text{Cantidad de pedidos totales}}$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{12\,663}{33\,536} \times 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 37,76\%$$

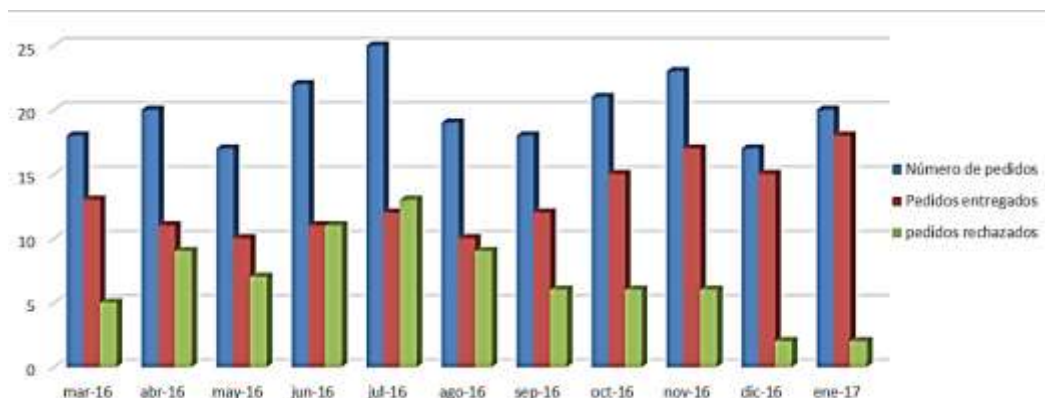


Figura 16. Gráfico de barras de los pedidos de fertilizantes realizados, entregados y rechazados de marzo 2016 a enero del 2017

De acuerdo a la tabla 26 se obtiene que la empresa cumple con un 37,76% con la entrega de los fertilizante Multiphos y el 62,24% restante son de pedidos incumplidos, de los cuales significa que queda un alto porcentaje de clientes insatisfechos debido al incumplimiento en la entrega de los pedidos en la fecha correspondiente y esto es originado principalmente porque la empresa además de no contar con una planificación y control de la producción, tampoco cuenta con un plan de abastecimiento de materia prima e insumos.

El abastecimiento de la empresa se realiza cuando ingresa un pedido de fertilizantes y esto ocasiona pérdidas innecesarias de tiempo ya que al no contar con un stock, reponer las existencias demora entre 3 días a 1 semana, lo cual retrasa el proceso de elaboración de los productos por lo que los clientes optan por rechazar los pedidos por incumplimiento en fecha pactadas, así como los clientes rechazan pedidos, la empresa lo hace de igual forma, es decir al haber abarcado su capacidad actual, la empresa se ve obligada a no recibir más pedidos.

Tabla 27. Cantidad de pedidos no ingresados de marzo 2016 a julio 2017

| Mes | Nº sacos de 50 kg. | Equivalente en kg. | Equivalente el soles |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Marzo | 645 | 32 250 | S/ 36 484,00 |
| Abril | 560 | 28 000 | S/ 31 514,00 |
| Mayo | 721 | 36 050 | S/ 40 798,00 |
| Junio | 625 | 31 250 | S/ 35 196,00 |
| Julio | 679 | 33 950 | S/ 38 510,00 |
| Agosto | 641 | 32 050 | S/ 35 896,00 |
| Septiembre | 709 | 35 450 | S/ 39 892,00 |
| Octubre | 633 | 31 650 | S/ 36 068,00 |
| Noviembre | 554 | 27 700 | S/ 31 502,00 |
| Diciembre | 669 | 33 450 | S/ 37 464,00 |
| Enero | 566 | 28 300 | S/ 32 016,00 |
| Febrero | 527 | 26 350 | S/ 29 690,00 |
| Marzo | 431 | 21 550 | S/ 24 136,00 |
| Abril | 578 | 28 900 | S/ 32 850,00 |
| Mayo | 623 | 31 150 | S/ 35 058,00 |
| Junio | 650 | 32 500 | S/ 36 736,00 |
| Julio | 682 | 34 100 | S/ 38 342,00 |
| Total pedidos no ingresados (sacos) | | | 10 493 |
| TOTAL PEDIDOS NO INGRESADOS | | | S/ 592 152,00 |

En la tabla N°27 se muestra el total de ingresos no percibidos por parte de la empresa debido a los pedidos no ingresados, es decir, clientes nuevos que realizaron pedidos de fertilizantes pero estos no fueron atendidos. Estos datos fueron brindados por la empresa ya que los tenían apuntados en un cuadernillo sustentando que se comunicarían con los clientes para que estos puedan ser atendidos posteriormente. (Anexo 3).

Para calcular porcentualmente cuántos pedidos no ha atendido la empresa por no utilizar su capacidad máxima y por saturación de pedidos, se realiza de la siguiente forma. Se toma en cuenta el total de pedidos no ingresados sobre la cantidad de pedidos totales en sacos (Tabla N°26) más el total de pedidos no ingresados (10 493)

$$\text{Pedidos no ingresados} = \frac{\text{Nro de pedidos no ingresados}}{\text{Nro de pedidos no ingresados} + \text{Cantidad de pedidos totales}}$$

$$\text{Pedidos no ingresados} = \frac{10\,493}{10\,493 + 33\,536} \times 100 = 23,83\%$$

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.3.1. Problema N°1: Pedidos no atendidos por la empresa

Existe por parte de la empresa una política de reaprovisionamiento (tabla 9) la cual consta en que, en el momento en que un cliente realiza orden de fertilizantes, la empresa en ese instante hace el pedido de materia prima la cual llega entre 3 días a 1 semana; además la empresa no tiene planificación y control; por lo que ocasiona que no se llegue a cumplir en fecha pactada el pedido y los clientes rechacen estos causando así pérdidas monetarias. (Ver anexo N°2 y 3).

Causas posibles:

Esta problemática se origina por la falta de planificación de la producción (ver tabla 5 pg 37); carencia de un plan de abastecimiento de materia prima e insumos; inexistencia de un adecuado procedimiento de reaprovisionamiento de materia prima a planta (ver tabla 9 pg 42), además del desconocimiento del tiempo en que se tiene que realizar el reaprovisionamiento del material.

Posibles soluciones:

Realizar un pronóstico de la demanda en base a ventas anteriores para saber aproximadamente la cantidad a producir y elaborar un plan agregado de producción el cual servirá para el desarrollo de requerimiento de materiales.

3.3.2. Problema N° 2: Cuello de botella y baja utilización de capacidad

La empresa tiene actualmente un cuello de botella de 2 horas, generado por el proceso de mezclado el cual es realizado por un solo operario y a palana (ver figura 8 pg. 50) produciendo así un solo lote al día que son 31 bolsas de fertilizante (ver tabla 18 pg. 58), lo cual viene a ser una baja producción ya que según el estudio de tiempos realizado, se calculó la producción estimada (pg 59), y la empresa, a condiciones actuales está dispuesta a producir 124 sacos diarios, producción la cual no llega a realizar.

Causas posibles:

La empresa carece de un método de trabajo establecido, trabajando de manera desordenada por falta de capacitaciones (ver tabla 10 pg). Por otro lado el cuello de botella que es de 2 horas es por el proceso de mezclado el cual es realizado por el mismo operario ya que no cuentan con una maquinaria para este proceso.

Posibles soluciones:

Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de tiempos ociosos y cuellos de botella, equilibrar la línea de producción para lo cual se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Descomponer las operaciones del proceso en sus actividades elementales a fin de distribuir la carga de forma equilibrada para que posteriormente se pueda sincronizar el proceso, para lo que se distribuirán las actividades entre los puestos.
- Unir actividades, mejorar tiempos de procesamiento de manera que se pueda obtener un solo tiempo de cuello de botella.
- Redistribuir las nuevas estaciones de trabajo
- Calcular el nuevo lead time

Si es posible se propone que la empresa adquiriera una máquina para el mezclado con características que la empresa necesite y así reducir el cuello de botella.

3.3.3. Problema N° 3: distribución de planta

Procesos Muchik S.R.L. cuenta con una distribución de planta, la cual hace difícil el manejo de flujo de materiales causando desorden (ver figuras 10, 11, 12, 13 y 14) y una contaminación cruzada (ver figura 15)

Causas posibles:

La falta de cultura de los operarios genera que las áreas de trabajo no estén en orden ni limpias por lo que se genera un desorden en la planta, de igual forma, la mala distribución de maquinarias y puestos de trabajo (ver figura 15) genera cruces y transportes innecesarios.

Posibles soluciones:

Se propone mejorar la distribución de las áreas dentro de la planta con el objetivo de que el proceso productivo siga una secuencia correcta y por consiguiente se disminuyan al mínimo las distancias de transporte de un área a otra.

3.4. EVALUAR LAS HERRAMIENTAS Y/O METODOLOGÍAS A UTILIZAR PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para la elección de la metodología a utilizar, se presenta el método de factores ponderados, donde se determina el mejor tipo de sistema para este proyecto, en primer lugar se realizó una tabla de confrontación basado en criterios o factores, obtenido en la identificación de problemas en el sistema de producción, con el objetivo de establecer la prioridad de los mismos, detallados en la Tabla N° 25.

Para cada criterio o factor de mayor importancia con respecto al otro se le asignó el número uno (1), en tanto, al de menor importancia con respecto al otro, el número designado fue cero (0), realizando la suma horizontal y se calculó el porcentaje a cada criterio o factor.

Tabla 28. Confrontación de criterios basados en la identificación de problemas en el sistema de producción

| Criterios o Factores | Reaprovisionamiento de materia prima | Gestión de cuellos de botella | Optimización de costos | Sistema de producción | Utilización de la capacidad máxima | Adecuada distribución de planta | Conteo | Ponderación |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| Reaprovisionamiento de materia prima | NA | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 17% |
| Gestión de cuellos de botella | 0 | NA | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 17% |
| Optimización de costos | 1 | 0 | NA | 1 | 0 | 0 | 2 | 11% |
| Sistema de producción | 1 | 1 | 0 | NA | 0 | 0 | 2 | 11% |
| Utilización de la capacidad máxima | 0 | 1 | 1 | 1 | NA | 1 | 4 | 22% |
| Adecuada distribución de planta | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | NA | 4 | 22% |
| TOTAL | | | | | | | 18 | 100% |

Se analizaron tres metodologías: MRP, JIT y TOC, y en función de los factores asignados en la tabla precedente, se estableció una escala del 1 al 5, tal como, se detalla en la Tabla N° 26:

Tabla 29. Escala de preferencia

| Condición | Numeración |
|-------------------------|------------|
| Muy importante | 5 |
| Importante | 4 |
| Medianamente importante | 3 |
| Poco importante | 2 |
| Nada importante | 1 |

Se procedió al análisis de las tres metodologías, detallado en la Tabla N° 27

Tabla 30. Asignación de puntajes por metodología

| Criterio o factor | Ponderación del factor (%) | Sistemas de Planificación y Control de la Producción (SPCP) | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---|-----|-----|
| | | MRP | JIT | TOC |
| Reaprovisionamiento de materia prima | 17% | 5 | 4 | 1 |
| Gestión de cuellos de botella | 17% | 2 | 4 | 5 |
| Optimización de costos | 11% | 3 | 2 | 5 |
| Sistema de producción | 11% | 4 | 4 | 4 |
| Utilización de la capacidad máxima | 22% | 3 | 2 | 4 |
| Adecuada distribución de planta | 22% | 2 | 3 | 4 |

Para la aplicación del método ponderado se multiplican los porcentajes de los diferentes criterios o factores con el puntaje asignado, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 28.

Tabla 31. Resultados del método ponderado

| Criterio o factor | Ponderación del factor (%) | Sistemas de Planificación y Control de la Producción (SPCP) | | |
|---|----------------------------|---|------|------|
| | | MRP | JIT | TOC |
| Reaprovisionamiento de materia prima | 17% | 0,85 | 0,68 | 0,17 |
| Gestión de cuellos de botella | 17% | 0,34 | 0,68 | 0,85 |
| Optimización de costos | 11% | 0,33 | 0,22 | 0,55 |
| Sistema de producción | 11% | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| Utilización de la capacidad máxima | 22% | 0,66 | 0,44 | 0,88 |
| Adecuada distribución de planta | 22% | 0,44 | 0,66 | 0,88 |
| Total | 100% | 3,06 | 3,12 | 3,77 |

Basándonos en los puntajes ponderados de la tabla anterior, la alternativa para una mejor aplicación es la metodología TOC, sin dejar de lado las otras metodologías, las cuales, de igual forma, servirán para aplicarlas en este proyecto y obtener un mejor resultado.

3.5. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Con el motivo de evaluar la demanda de fertilizante, en su base de datos sobre la importación de fertilizantes según INEI (2012), expresa una tendencia creciente favorable para la investigación la cual muestra en la tabla 29 que en el año 2003 tuvo un total de 666 781 t y en el año 2015 un total de 1 002 131 t, base de datos que servirá para realizar una proyección.

Tabla 32. Importación de Fertilizantes

| AÑO | OFERTA TOTAL | IMPORTACIÓN |
|-------|--------------|-------------|
| 2 003 | 680 579 | 666 781 |
| 2 004 | 709 425 | 694 766 |
| 2 005 | 665 106 | 663 215 |
| 2 006 | 712 218 | 710 767 |
| 2 007 | 900 335 | 898 227 |
| 2 008 | 703 457 | 701 485 |
| 2 009 | 778 871 | 777 249 |
| 2 010 | 747 866 | 747 866 |
| 2 011 | 821 787 | 821 787 |
| 2 012 | 881 962 | 881 962 |
| 2 013 | 905 305 | 905 305 |
| 2 014 | 915 050 | 915 050 |
| 2 015 | 1 002 131 | 1 002 131 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – IV Censo Nacional Agropecuario 2012

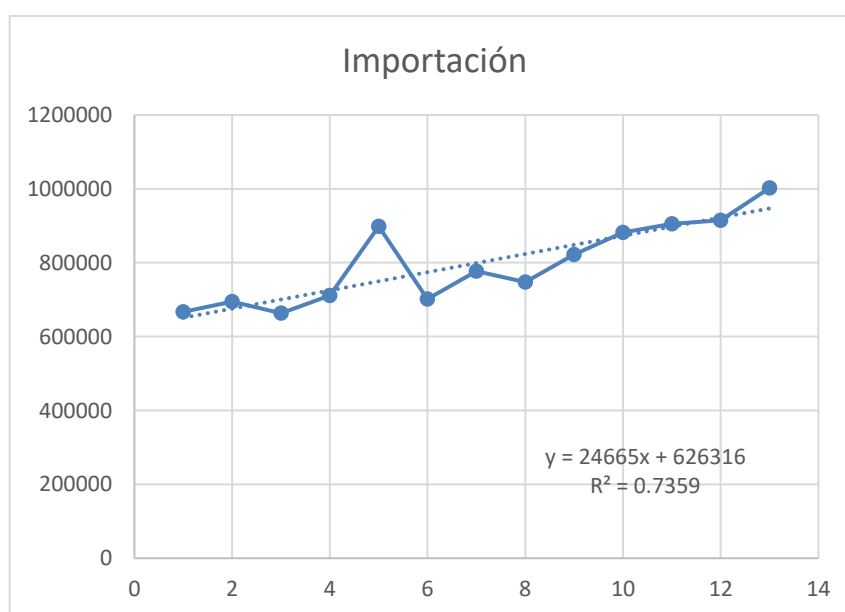


Tabla 33. Proyección de producción de fertilizantes

| Año | Número de año | Importación | Número de año | Proyección |
|------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| 2 003 | 1 | 666 781 | 14 | 971 626 |
| 2 004 | 2 | 694 766 | 15 | 996 291 |
| 2 005 | 3 | 663 215 | 16 | 1 020 956 |
| 2 006 | 4 | 710 767 | 17 | 1 045 621 |
| 2 007 | 5 | 898 227 | 18 | 1 070 286 |
| 2 008 | 6 | 701 485 | 19 | 1 094 951 |
| 2 009 | 7 | 777 249 | 20 | 1 119 616 |
| 2 010 | 8 | 747 866 | 21 | 1 144 281 |
| 2 011 | 9 | 821 787 | 22 | 1 168 946 |
| 2 012 | 10 | 881 962 | 23 | 1 193 611 |
| 2 013 | 11 | 905 305 | - | - |
| 2 014 | 12 | 915 050 | - | - |
| 2 015 | 13 | 1 002 131 | - | - |

Figura 17. Proyección de la demanda según la importación

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – IV Censo Nacional Agropecuario 2012

De acuerdo a la proyección realizada, representa la demanda futura del 2016 al 2025, en la cual se observa un mercado favorable para Procesos Muchik S.R.L., siendo esto positivo para la empresa ya que al tener mercado que abastecer, puede aumentar sus utilidades, siguiendo un adecuado plan de producción e incrementando su productividad y así satisfacer gran demanda.

Sabiendo que la producción diaria es de 31 bolsas de 50 kg, es decir 1 550 kg de fertilizante, dato que servirá para hallar la participación en el mercado tomando también en cuenta el último año proyectado de acuerdo a la tabla 30.

El porcentaje de participación se calcula:

$$\text{Porcentaje de participación} = \frac{\text{Producción anual}}{\text{Último año proyectado}}$$

Tabla 34. Participación en el mercado

| Producción diaria (kg) | Bolsas diarias de 50 kg | Producción al mes | Producción anual | Producción anual (toneladas) | Último año proyectado |
|--|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 550 | 31 | 744 | 8 928 | 446,4 | 1 193 611 |
| PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO | | | | | 0,0374% |

Así resulta que la empresa tiene un 0,0374% de participación en el mercado el cual varía de acuerdo a la producción anual, puesto que es así, la empresa al producir más, mayor participación obtendrá, logrando un mayor posicionamiento en el mercado.

El porcentaje calculado es muy bajo, ya que no llega ni al 1%, es por ello que el objetivo es mejorar todas las restricciones del sistema y poder aumentar el posicionamiento en el mercado así como también la fidelización con los clientes y por ende aumentar las utilidades de la empresa.

Escenario 1: adquisición de maquinaria para el proceso de mezclado

Se propone a la empresa realizar una redistribución de planta, cabe resaltar que esta área de 1 500 m² son solo de producción, en esta redistribución se instalará la maquinaria para el proceso de mezclado, máquina que se recomienda, la empresa debe adquirir.

Esta compra permitirá que el proceso de mezclado ya no se realice a mano ya que actualmente la empresa cuenta con 3 operarios de los cuales uno realiza este proceso de forma manual con palas, mezclando toneladas de materia prima y realizando varios viajes los cuales son hechos con baldes en donde realizan la carga de los materiales, produciendo una demora de 47,12min tal como se muestra en el diagrama de análisis de proceso(figura 9) causando un cuello de botella de 2 horas como se muestra en figura 9.

La compra de esta máquina se realiza con el fin de reducir el tiempo de mezclado a una hora, y lograr así, estandarizar los tiempos..

Tabla 35. Ficha técnica de la máquina mezcladora

| MEZCLADOR VERTICAL DE FERTILIZANTE | |
|---|-----------------------------------|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mezclador para fertilizante. • Utilizado principalmente para la mezcla de materiales sin procesar. | |
| Especificaciones | |
| Modelo | PJ 1600 |
| Fabricante | Zhengzhou Machinery Manufacturing |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 3t/h |
| Dimensiones | 1,6m*1,6m*1,4m |
| Potencia | 5,5kW |
| Materiales | Acero inoxidable |

Propuesta 1: Plan de distribución. Método de Guerchet

Para realizar el método de Guerchet se procederá primero a identificar la maquinaria existente en la planta Procesos Muchik S.R.L.

Tabla 36. Ficha técnica de la tamizadora

| TAMIZADORA DE TAMBOR ROTATORIO | |
|---|--------------------------------------|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tambor de tamiz es ampliamente utilizado para clasificar materiales de construcción, minería, industria química, compost, etc. • Tamizador utilizado para separar materiales por tamaño. | |
| Especificaciones | |
| Modelo | GTS 1015 |
| Fabricante | Zhengzhou Huahong Machinery Equipmet |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 50t/h |
| Dimensiones | 2,6m*1,4m*1,7m |
| Potencia | 3kW |
| Peso | 2 200 kg |

Tabla 37. Ficha técnica de la secadora

| SECADOR DE TAMBOR ROTATORIO | |
|---|--|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Secador rotatorio utilizado principalmente para reducir humedad o materiales en polvo | |
| Especificaciones | |
| Marca | FOXING |
| Fabricante | Shanghai Foxing Heavy Industry Machinery |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 1,9 – 2,4 t/h |
| Dimensiones | 20m*2,4m*2,7m |
| Potencia | 7,5kW |
| Peso | 9 t |

Tabla 38. Ficha técnica de la granuladora

| GRANULADORA DOBLE RODILLO | |
|---|----------------------------------|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Máquina multifuncional ya que no solo puede hacer fertilizante orgánico, sino también fertilizante compuesto. • Puede producir pellets a temperatura ambiente. | |
| Especificaciones | |
| Modelo | FGZL – 2.0 |
| Fabricante | Zhengzhou Aix Machinery Equipmet |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 2-3 t/h |
| Dimensiones | 1,62m*0,88m*1,55m |
| Potencia | 22kW |
| Material | Acero de aleación |

Tabla 39. Ficha técnica del tamiz 2

| TAMIZ CON TOLVA ALIMENTADORA | |
|--|---|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Máquina vibratoria que permite la selección de los materiales • Utilizado para materiales de construcción, fertilizantes, mina, química | |
| Especificaciones | |
| Modelo | SYZX - 1020 |
| Fabricante | Xinxiang Senyou Mechanical and Electrical |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 2-3 t/h |
| Dimensiones | 1m*2m*0,8m |
| Potencia | 0,37 – 0,55kW |
| Material | Sus 304 |

Ya determinadas las maquinarias necesarias que se utilizan en el proceso de producción de fertilizantes Multiphos, se pasa a evaluar la superficie para los mismos. Según el método de Guerchet, la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parciales.

Por lo tanto se procede a calcular el área total de la empresa en la cual se está realizando la investigación:

De acuerdo a las maquinarias establecidas se tiene la tabla 34, en la cual se toma en cuenta los 3 operarios que trabajan en la planta, considerando una altura promedio de cada uno de 1,7m.

Tabla 40. Dimensiones de los equipos utilizados en el área de producción

| Equipos | N | Dimensiones | | |
|--|---|-------------|-----------|------------|
| | | Largo (m) | Ancho (m) | Altura (m) |
| Mezcladora vertical PJ 1600 | 1 | 1,6 | 1,6 | 1,4 |
| Tamizadora de tambor rotatorio GTS1015 | 2 | 2,6 | 1,4 | 1,7 |
| Secador de tambor rotatorio Foxing | 2 | 20 | 2,4 | 2,4 |
| Granuladora doble rodillo FGZL-2.0 | 2 | 1,62 | 0,88 | 1,55 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 2 | 1 | 2 | 0,8 |
| Operarios | 3 | - | - | 1,7 |

A partir de la tabla N°40, habiendo obtenido el resumen de las dimensiones de la maquinaria a utilizar, se procede a calcular los elementos móviles y elementos fijos para poder calcular el coeficiente (k)

$$k = \frac{h}{2h} = \frac{\text{Elementos móviles}}{\text{Elementos fijos}}$$

Tabla 41. Cálculo del coeficiente (k)

| | |
|-------------------------------|-------|
| NÚMERO DE OPERARIOS | 3 |
| ELEMENTOS MOVILES (OPERARIOS) | 1,7 |
| ELEMENTOS FIJOS (MÁQUINAS) | 1,57 |
| k = | 0,541 |

El cálculo de los elementos fijos es resultado de un promedio de todas las alturas de las maquinarias especificadas en la tabla 40.

A continuación se procede a hablar las superficies para finalmente hallar el área total requerida.

Tabla 42. Superficie total del área de producción

| Equipos | K | Superficie estática | Superficie gravitacional | Superficie de evolución | Superficie total |
|--|----------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Mezcladora vertical PJ 1600 | 0,54 | 2,56 | 2,56 | 6,83 | 11,95 |
| Tamizadora de tambor rotatorio GTS1015 | 0,54 | 3,64 | 7,28 | 14,57 | 25,49 |
| Secador de tambor rotatorio Foxing | 0,54 | 48 | 96 | 192,168 | 336,168 |
| Granuladora doble rodillo FGZL-2.0 | 0,54 | 1,43 | 2,85 | 5,71 | 9,98 |
| Tamizadora vibrante con tolva alimentadora SYZX- 1020 | 0,54 | 2 | 4 | 8,007 | 14,007 |
| Operarios | 0,54 | 0,5 | - | - | 1,5 |
| TOTAL | | 56,13 m² | 108,69 m² | 246,16 m² | 411,98 m² |

En la tabla 42 se puede observar que la superficie necesaria es de aproximadamente de 411,98 m² es decir, dicha cantidad es lo mínimo requerido para el área de producción, lo cual consta de superficies necesarias para maquinaria, acceso a ellas y el desplazamiento de los operarios dentro de ella.

Otra metodología aplicada, es la metodología de “planeación sistemática de la distribución de planta (S.L.P). La planificación sistemática de diseño (SLP) es una forma organizada para llevar a cabo la planificación de diseño de planta. Se trata de un patrón de procedimientos y un conjunto de convenciones para la identificación, evaluación y visualización de los elementos y áreas involucradas en la planificación de un diseño dentro de una empresa.

La empresa cuenta actualmente con las siguientes áreas.

- Almacén de PT y roca fosfórica
- Área de Tamizado 1
- Área de Mezclado
- Área de Compost
- Área de Yeso
- Área de Granulado
- Área de Secado
- Área de Tamizado 2
- Área de Pesado y Sellado

- **Valores de Proximidad**

| Valor | Cercanía |
|-------|--------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante |
| O | Normal |
| U | Poco Importante |
| X | No Recomendable |

Como consecuencia se obtiene el diagrama relacional de actividades de la empresa

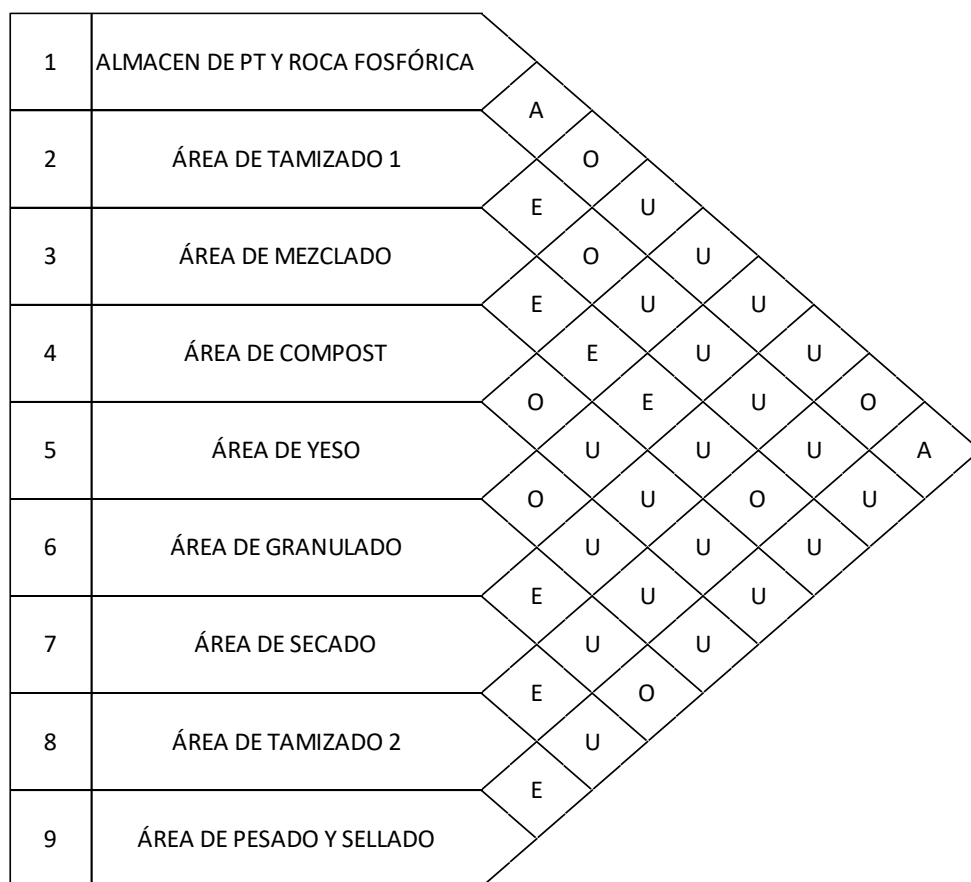


Figura 18. Diagrama Relacional de actividades

A partir de haber realizado el diagrama relacional de actividades se desarrollará el diagrama de recorrido mejorado

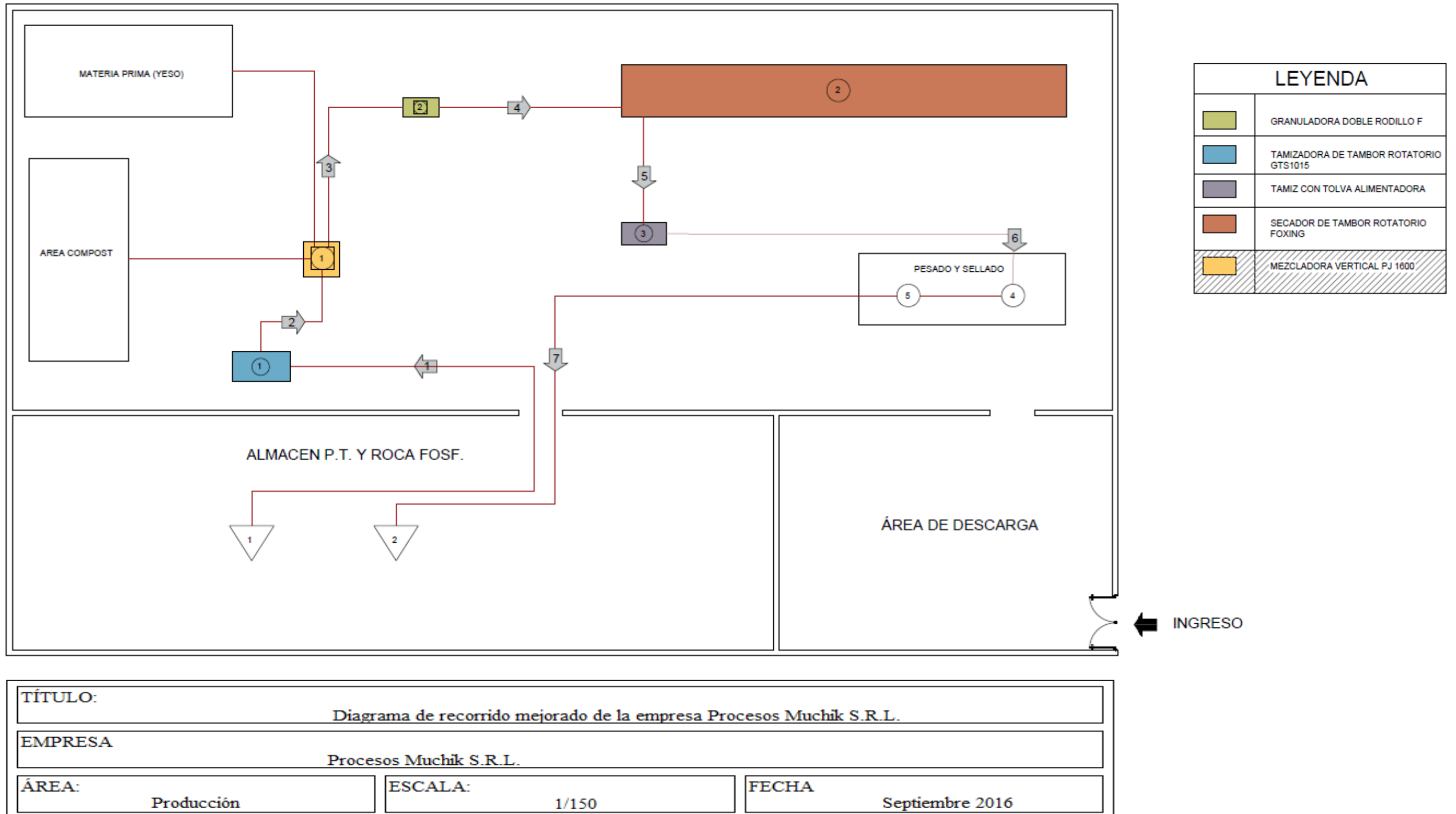


Figura 19. Diagrama de recorrido del proceso de producción mejorado

Una vez realizado el diagrama de recorrido mejorado se procede a determinar los nuevos diagramas de operaciones y de análisis de proceso.

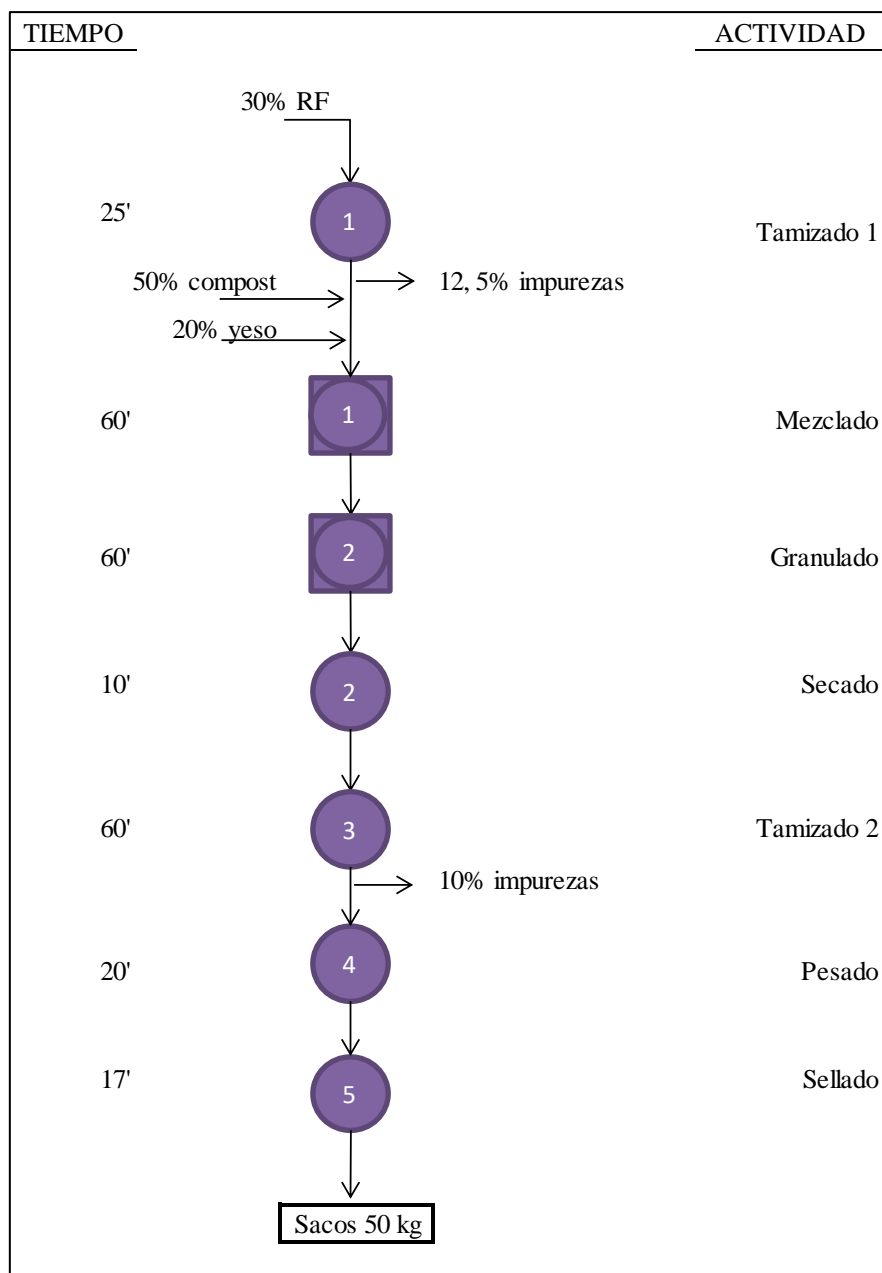


Figura 20. Diagrama de Operaciones de Fertilizante Multiphos mejora 1

Tabla 43. Cuadro resumen DOP mejorado 1

| Resumen | | | |
|------------|---------|----------|--------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) |
| Operación | | 5 | 132 |
| Inspección | | - | - |
| Combinada | | 2 | 120 |
| Total | | 7 | 252 |

Se toma en cuenta el estudio de tiempos realizado en la tabla 15, pero debido a la implementación de compra de maquinaria mezcladora, el proceso de mezclado reduce en 1 hora, siendo el DAP el siguiente:

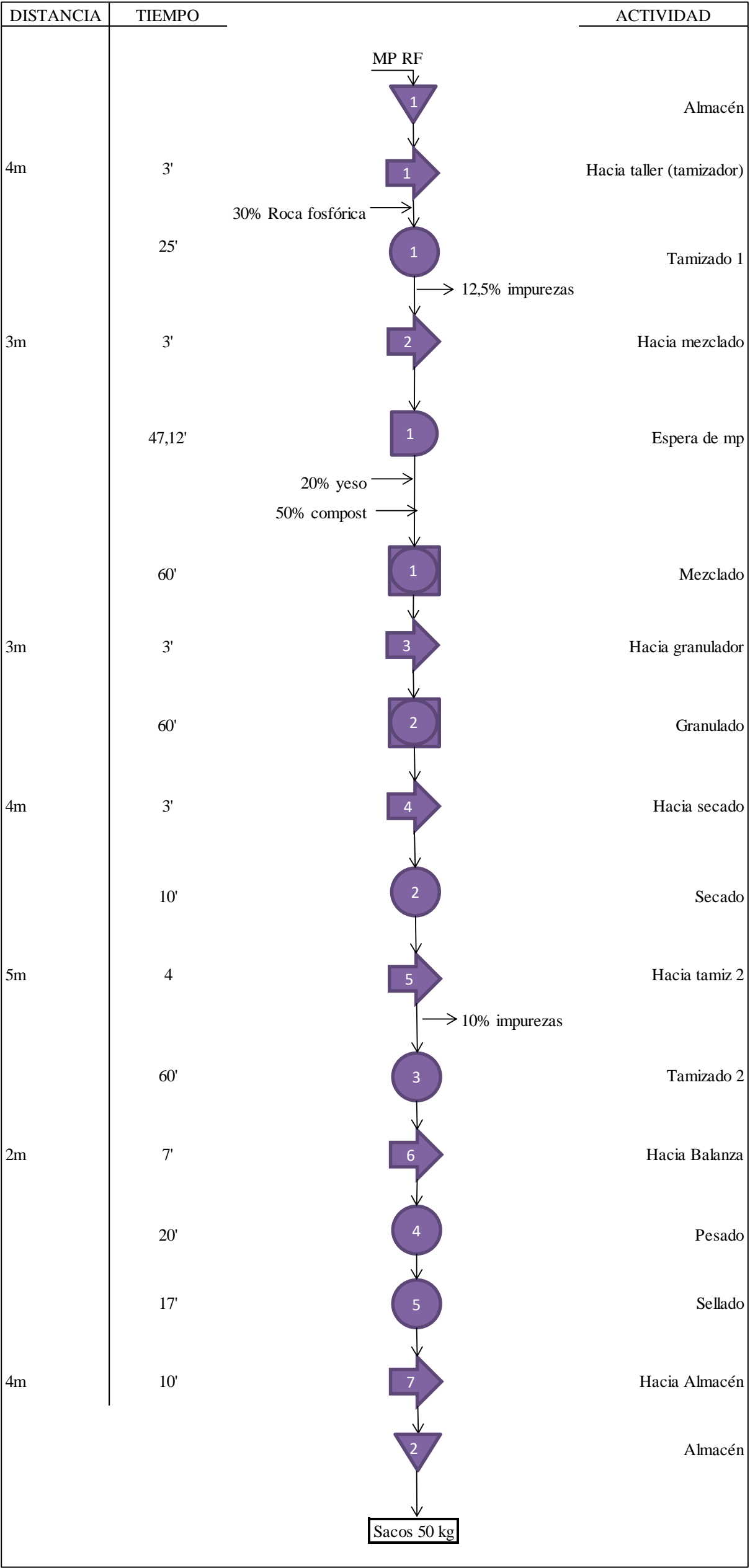


Figura 21. Diagrama de Análisis de procesos de Fertilizante Multiphos

Tabla 44. Cuadro resumen DAP mejora 1

| Resumen | | | | |
|------------|---------|----------|--------------|---------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación | ○ | 5 | 132 | |
| Combinada | ◻ | 2 | 120 | |
| Transporte | → | 7 | 33 | 25 |
| Almacén | ▽ | 2 | - | |
| Demora | D | 1 | 47,12 | |
| Total | | 17 | 332,12 | 25 |

En el punto 3.2.2.3 se especificó que la empresa tiene una política de reaprovisionamiento en la que pedían materia prima cuando los clientes hacían un pedido de fertilizantes, demorando en llegar entre 3 a 7 días, por lo que en la tabla 45 se detallan los proveedores de Procesos Muchik S.R.L. y el tiempo de abastecimiento de los mismos. De los cuales se escogieron a los proveedores que coincidían con el tiempo de abastecimiento y lo hacían en el menor tiempo posible. Esto se realizó para que la empresa pueda realizar un acuerdo con cada uno de los proveedores y así evitar demoras.

- **Planificación de la producción**

Tabla 45. Tiempo de abastecimiento de materia prima por parte de los proveedores.

| MATERIA PRIMA | PROVEEDORES | TIEMPO DE ABASTECIMIENTO |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Yeso | Agroven | 6 días |
| | Comercial el "buen samaritano" | 4 días |
| Roca fosfórica | Guzmán Herrera | 5 días |
| | Suárez Jiménez | 7 días |
| | Negocios generales "Kelly" | 4 días |
| Compost | Agrofertilizantes Sol Naciente | 4 días |
| | Agrocampo S.A.C | 6 días |
| Bolsas PEBD impresa | Polybags Perú S.R.L. | 4 días |

La tabla N°45 nos servirá como referencia para poder realizar nuestra planificación de requerimientos de materiales, tomando en cuenta los días en que demoran los proveedores. Por otro lado se propone realizar un diagrama o-t ya que el objetivo de este es representar, medir y simular el desarrollo de sistemas productivos secuenciales con el fin de obtener resultados más precisos de la producción diaria optimizando el sistema, obteniendo así la figura 22.

Se realizó un diagrama O-T para simular el desarrollo del proceso productivo de la empresa Procesos Muchik y así calcular los lotes de producción que la empresa produciría en forma continua y a condiciones ideales.

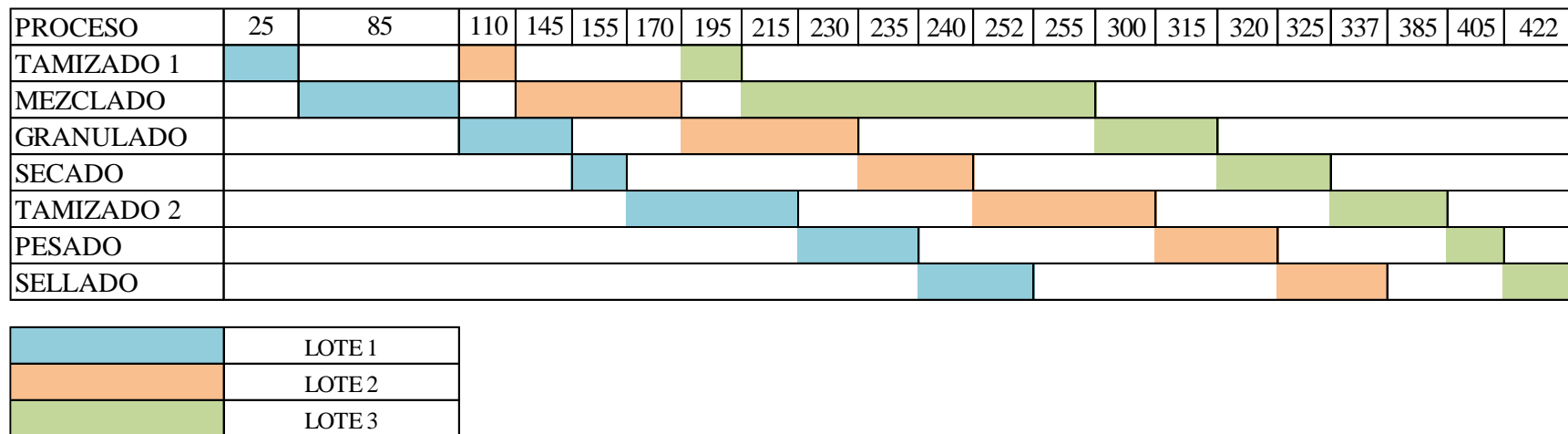


Figura 22. Diagrama de O-T (minutos)

Cada lote pasa por los 7 subprocessos descritos anteriormente. En ella se muestra, que la empresa llega a producir 3 lotes por día, cada lote está representado por 31 bolsas de 50kg de fertilizante, por ello, con esta propuesta la empresa tiene una producción de 93 bolsas por día.

De acuerdo a la figura N°22, diagrama O-T, se obtuvo que la empresa podría producir a condiciones ideales, 3 lotes por día, es decir 93 bolsas de producto terminado. Para producir cada lote se necesitan 2 000kg de materia prima. En este caso se necesitan 6 000kg de materia prima por día de los cuales el 50% es de compost, 30% de roca fosfórica y 20% de yeso agrícola.

Tabla 46. Materia prima requerida diaria

| Materia prima (kg) | compost 50% (kg) | 30% roca fosfórica (kg) | 20% yeso (kg) |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 6 000 | 3 000 | 1 800 | 1 200 |

En la tabla 46 se tiene un resumen de lo que por cada composición de materia prima, se requiere en kilogramos diarios.

Tabla 47. Requerimiento de materia prima para producción semanal (6 días a la semana)

| Materia prima diaria (kg) | días laborados | compost 50% (kg) | 30% roca fosfórica (kg) | 20% yeso (kg) |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 36 000 | 6 | 18 000 | 10 800 | 7 200 |

En la tabla 47 se observa la materia prima a requerir por semana considerando 6 días laborales de los cuales, se propone a la empresa, como política, que el día sábado sea destinado a la recepción de la materia prima. Cabe recalcar que se establecerá una política de adquisición y pedidos de materia prima, una semana antes para prever que la empresa no se quede sin stock y pueda cumplir con los pedidos requeridos. Las materias primas vienen en bolsas de 50 kg por lo que el requerimiento sería el siguiente:

Tabla 48. Materia prima requerida en sacos de 50kg

| Producto terminado (sacos 50 kg) | Compost 50% | 30% Roca fosfórica (kg) | 20% Yeso (kg) |
|---|--------------------|--------------------------------|----------------------|
| 558 | 360 | 216 | 144 |

A partir de tabla 48, se procede a efectuar la estructura por niveles para realizar la planificación de requerimientos de materiales. Sabiendo que diariamente la empresa producirá 93 bolsas de 50 kg de fertilizante, y como el requerimiento de materiales será semanal, la producción semanal será de 558 bolsas de fertilizantes. Siendo el proceso un 77,5% eficiente, se requerirán 216 sacos de roca fosfórica, 144 de yeso, 360 de compost y 558 bolsas PEBD

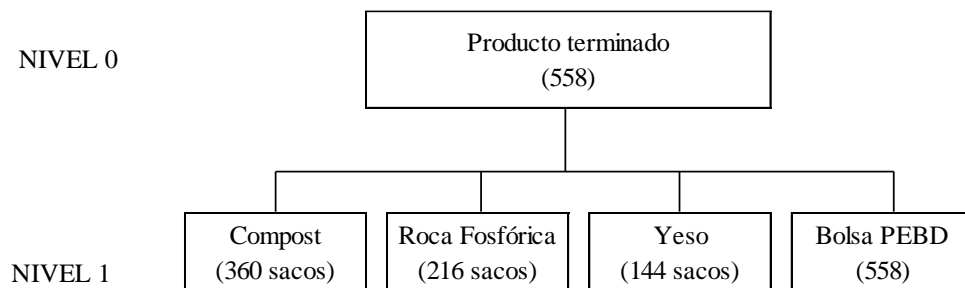


Figura 23. Estructura por niveles para MRP 1

La tabla 49 es la planificación de requerimiento de materiales, la cual servirá como herramienta a la empresa para realizar sus pedidos semanales en un tiempo determinado, este sistema proporciona la lista de compra semanal de insumos y materiales necesarios para la elaboración de fertilizantes en la empresa Procesos Muchik S.R.L. Este MRP debe actualizarse según la empresa vaya creciendo y estableciéndose en el mercado.

Tabla 49. Planificación de requerimiento de materiales del año 2018

[illegible]

[illegible]

Escenario 2: Requerimiento de mano de obra

Esta propuesta se basa, de igual forma que la anterior, disminuir el cuello de botella, con el fin de estandarizar los tiempos de procesos. Se quiere reducir el cuello de botella a 60 minutos, por lo tanto se procede a evaluar el proceso de mezclado; el cual es el cuello de botella, siendo este de 120 minutos.

En primer lugar se procede a realizar un balance de línea, con la finalidad de que se distribuya el trabajo con el personal necesario, de tal modo que trabajen en igual proporción. Por lo que se procede a hallar el número de operarios necesarios para el funcionamiento de la planta; aplicando la siguiente fórmula

$$\# \text{ trabajadores} = \frac{\Sigma \text{ de tiempos}}{\text{Eficiencia} * \text{ tiempo de cilo}}$$

$$\# \text{ trabajadores} = \frac{418,12 \text{ min}}{0,775 * 120 \text{ min}} = 4 \text{ trabajadores}$$

Luego de aplicar la fórmula se determinó que el número teórico es de 5 operarios en todo el proceso de producción.

Según Cuatrecasas (2013), para hallar el número de trabajadores necesarios en una estación de trabajo se requiere de la siguiente fórmula.

$$\# \text{ trabajadores} = \frac{t. \text{ producción}}{t. \text{ flujo equilibrado}}$$

Siendo el tiempo de flujo equilibrado:

$$T. \text{ flujo equilibrado} = \frac{t. \text{ producción}}{n^{\circ} \text{ operaciones}}$$

Para el tiempo de flujo equilibrado actual, se toma como t. de producción; los 120 min./lote que demora el proceso de mezclado y el número de operaciones, en este caso solo es uno, ya que es solo una operación la que se está evaluando; por lo tanto:

$$T. \text{ flujo equilibrado actual} = \frac{120 \text{ min/lote}}{1} = 120 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

A partir de haber calculado el flujo equilibrado se procede a calcular el número de operarios con los que cuenta esta operación:

$$\# \text{ trabajadores} = \frac{120 \text{ min/lote}}{120 \text{ min/lote}} = 1 \text{ trabajador}$$

Se procede a calcular el número de operarios que requiere el proceso de mezclado con la finalidad de reducir en 60 minutos el cuello de botella, este tiempo vendría a ser nuestro nuevo tiempo de flujo equilibrado; por lo tanto el tiempo de producción sigue siendo de 120 min/lote que duraba el proceso de mezclado; obteniendo que para esta mejora se requieren 2 operarios para dicha actividad.

$$\#trabajadores = \frac{120 \text{ min/lote}}{60 \text{ min/lote}} = 2 \text{ trabajadores}$$

Actualmente la empresa cuenta con 3 operarios, pero debido a que es necesario que en el proceso de mezclado sean dos los que realicen dicha operación, es necesario contratar a un operario más.

- **Reducción de movimientos innecesarios**

Actualmente la empresa realiza el proceso de mezclado a mano, este proceso es realizado por un solo operario el cual realiza esta acción por medio de una palana, mientras los otros dos operarios se encargan de la carga y descarga de la materia prima que se requiere para procesar las dos toneladas de esta; esto lo realizan con baldes de 20 kg, siendo esto su unidad de medida. Cada operario realiza viajes para cargar el material, cada uno con dos baldes de 20 kg, siendo así que entre los dos operarios cargan 80kg de material. Para el compost:

Tabla 50. Tiempo empleado por operario para la alimentación compost al proceso de mezclado

| Nº OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 46 | | 40 kg |
| | Traslado (ida) | 37 | 11m | |
| | Descarga | 10 | | |
| | Traslado (regreso) | 30 | 11m | |
| TOTAL | | 123 | 11m | 40 kg |

Se puede observar en la tabla 50 que cada operario se demora 123 segundos en cargar, trasladar, descargar 40kg de compost, del cual se necesitan 1000 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar dos baldes con 20 kg de capacidad en cada mano; por dos operarios cargan 80 kg de compost; resultando:

$$N^\circ \text{ de viajes para compost} = \frac{1000 \text{ kg}}{\frac{80 \text{ kg}}{\text{viaje}}} = 12,5 = 13 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 123 segundos; por los 13 viajes resultan 26,65 min.

Para el yeso:

Tabla 51. Tiempo empleado por operario para la alimentación de yeso al proceso de mezclado

| N° OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 46 | | 40 kg |
| | Traslado (ida) | 28 | 7m | |
| | Descarga | 10 | | |
| | Traslado (regreso) | 24 | 7m | |
| TOTAL | | 108 | 7m | 40 kg |

En la tabla 51 se tiene que cada operario se demora 108 segundos en cargar, trasladar, descargar 40kg de yeso, del cual se necesitan 400 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar dos baldes con 20 kg de capacidad en cada mano; por dos operarios cargan 80 kg de yeso; resultando:

$$N^{\circ} \text{ de viajes para yeso} = \frac{400 \text{ kg}}{\frac{80 \text{ kg}}{\text{viaje}}} = 5 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 108 segundos; por los 5 viajes resultan 9 min.

Para la roca fosfórica:

Tabla 52. Tiempo empleado por operario para la alimentación de roca fosfórica al proceso de mezclado

| N° OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 46 | | 40 kg |
| | Traslado (ida) | 17 | 4m | |
| | Descarga | 10 | | |
| | Traslado (regreso) | 13 | 4m | |
| TOTAL | | 86 | 4m | 40 kg |

Se observar en la tabla 52 que cada operario se demora 86 segundos en cargar, trasladar, descargar 40kg de roca fosfórica, del cual se necesitan 600 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar dos baldes con 20 kg de capacidad en cada mano; por dos operarios cargan 80 kg de roca fosfórica; resultando:

$$N^{\circ} \text{ de viajes para roca fosfórica} = \frac{600 \text{ kg}}{\frac{80 \text{ kg}}{\text{viaje}}} = 7,5 = 8 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 86 segundos; por los 8 viajes resultan 11,47 min.

Después de haber calculado los tiempos y distancias para el traslado de cada material al proceso de mezclado se obtiene la tabla 53:

Tabla 53. Cuadro de resumen del tiempo de preparación de materiales para el mezclado

| MATERIA PRIMA | Nº DE VIAJES | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (min) |
|----------------------|---------------------|--|
| Compost | 13 | 26,65 |
| Yeso | 5 | 9 |
| Roca fosfórica | 8 | 11,47 |
| TOTAL | 26 | 47,12 |

Se obtuvo que actualmente, se realizan 26 viajes los que ocasionan contaminación cruzada, sumando un tiempo de 47,12 min los cuales pueden ser reducidos con la implementación de una herramienta adecuada para la carga y traslado de material, se proponen las carretillas, las cuales tienen una capacidad de 100kg.

Habiendo obtenido que para el proceso de mezclado se necesitan dos operarios, se procede a la realización de la mejora, con la obtención de carretillas; reduciendo así tiempos de actividades y cruces dentro del proceso.

Tabla 54. Ficha técnica de la carretilla

| CARRETILLA WB4024A | |
|---|----------------------------------|
|  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pequeño vehículo usado para ser propulsado por una sola persona y utilizado para el transporte a mano de carga • De una sola rueda diseñado para distribuir el peso de la carga entre la rueda y el trabajador lo que permite llevar cargas más pesadas. | |
| Especificaciones | |
| Modelo | WB4024A |
| Fabricante | Qindao Wantai Special Hand Truck |
| País de Origen | China |
| Capacidad | 100 kg |
| Material | Galvanizado |
| Distancias BR | 40cm |
| Distancia BP | 160 cm |

A partir de la adquisición de este equipo de transporte de material, se procede a calcular los viajes que realizarán los operarios.

Para determinar el tiempo en que los operarios cargarán la carretilla se hizo una regla de tres simple ya que para llenar dos baldes de 20 kg cada uno, se demoran 46 segundos, por lo tanto:

$$\begin{array}{rcl}
 46 & \text{—————} & 40 \\
 x & \text{—————} & 100
 \end{array}$$

Resultó que para cargar 100 kg de materia prima, se requieren 115 segundos.

Esto no quiere decir que cada operario realizará cargas de 100kg puesto que para la manipulación de la carretilla se utiliza la ley de la palanca, su fórmula es la siguiente:

$$Resistencia * BR = Potencia * BP$$

DONDE:

Resistencia = capacidad de carretilla

Potencia = fuerza que ejerce el hombre

BR= Brazo de resistencia

BP= Brazo de potencia

$$Resistencia * BR = Potencia * BP$$

$$100kg * 40 cm = Potencia * 160cm$$

$$Potencia = 25kg$$

25 kg es el peso máximo que se recomienda no sobrepasar en condiciones ideales de manipulación

A partir de esto, se procede a realizar los cálculos de igual forma que anteriormente se hizo.

Para el compost:

Tabla 55. Tiempo empleado por operario para la alimentación de compost al proceso de mezclado

| N° OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 115 | | 100 kg |
| | Traslado (ida) | 10 | 4m | |
| | Descarga | 5 | | |
| | Traslado (regreso) | 8 | 4m | |
| TOTAL | | 138 | 4m | 100 kg |

Se puede observar en la tabla 55 que cada operario se demora 138 segundos en cargar, trasladar, descargar 100kg de compost, del cual se necesitan 1 000 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar una carretilla con 100 kg de capacidad; por dos operarios cargan 200 kg de compost; resultando:

$$N^{\circ} \text{ de viajes para compost} = \frac{1000 \text{ kg}}{\frac{200kg}{\text{viaje}}} = 5 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 138 segundos; por los 5 viajes resultan 11,5 min.

Para el yeso:

Tabla 56. Tiempo empleado por operario para la alimentación de yeso al proceso de mezclado

| N° OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 115 | | 100 kg |
| | Traslado (ida) | 7 | 2m | |
| | Descarga | 5 | | |
| | Traslado (regreso) | 4 | 2m | |
| TOTAL | | 131 | 2m | 100 kg |

Se puede observar en la tabla 56 que cada operario se demora 131 segundos en cargar, trasladar, descargar 100kg de yeso, del cual se necesitan 400 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar una carretilla de 100 kg de capacidad; por dos operarios cargan 200 kg de yeso; resultando:

$$N^{\circ} \text{ de viajes para yeso} = \frac{400 \text{ kg}}{\frac{200 \text{ kg}}{\text{viaje}}} = 2 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 131 segundos; por los 2 viajes resultan 4,37 min.

Para la roca fosfórica:

Tabla 57: Tiempo empleado por operario para la alimentación de roca fosfórica al proceso de mezclado

| N° OPERARIO | ACTIVIDAD | TIEMPO (s) | DISTANCIA | CAPACIDAD (kg) |
|--------------|--------------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Carga | 115 | | 100 kg |
| | Traslado (ida) | 9 | 3m | |
| | Descarga | 5 | | |
| | Traslado (regreso) | 5 | 3m | |
| TOTAL | | 134 | 3m | 100 kg |

Se puede observar en la tabla 57 que cada operario se demora 134 segundos en cargar, trasladar, descargar 100kg de roca fosfórica, del cual se necesitan 600 kg, siendo dos operarios los que realizan estas actividades; entonces; si un operario puede trasladar una carretilla con 100 kg de capacidad; por dos operarios cargan 200 kg de roca fosfórica; resultando:

$$N^{\circ} \text{ de viajes para roca fosfórica} = \frac{600 \text{ kg}}{\frac{200 \text{ kg}}{\text{viaje}}} = 3 \text{ viajes}$$

Teniendo en cuenta que por cada viaje me demanda 134 segundos; por los 3 viajes resultan 6,7 min.

Después de haber calculado los tiempos y distancias para el traslado de cada material al proceso de mezclado se obtiene:

Tabla 58. Cuadro de resumen del tiempo de preparación de materiales para el mezclado mejorado

| MATERIA PRIMA | ACTUAL | | MEJORADO | | REDUCCIÓN TIEMPO | REDUCCIÓN VIAJES |
|----------------|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| | N° DE VIAJES | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (min) | N° DE VIAJES | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (min) | | |
| Compost | 13 | 26,65 | 5 | 11,5 | 15,15 | 8 |
| Yeso | 5 | 9 | 2 | 4,37 | 4,63 | 3 |
| Roca fosfórica | 8 | 11,47 | 3 | 6,7 | 4,77 | 5 |
| TOTAL | 26 | 47,12 | 10 | 22,57 | 24,55 | 16 |

Habiendo propuesto la implementación de carretillas los viajes de los operarios disminuyen a 10, reduciendo de igual forma el cansancio por cargar baldes pesados y hacer varios viajes, de igual modo se reducen 24,55 minutos del proceso.

Con estos nuevos tiempos obtenidos se procede a realizar el nuevo diagrama de análisis de proceso y el diagrama O-T, con este último diagrama se obtendrá lo que la empresa deberá producir con todas las mejoras y tiempos reducidos, para posteriormente realizar el debido requerimiento de materiales.

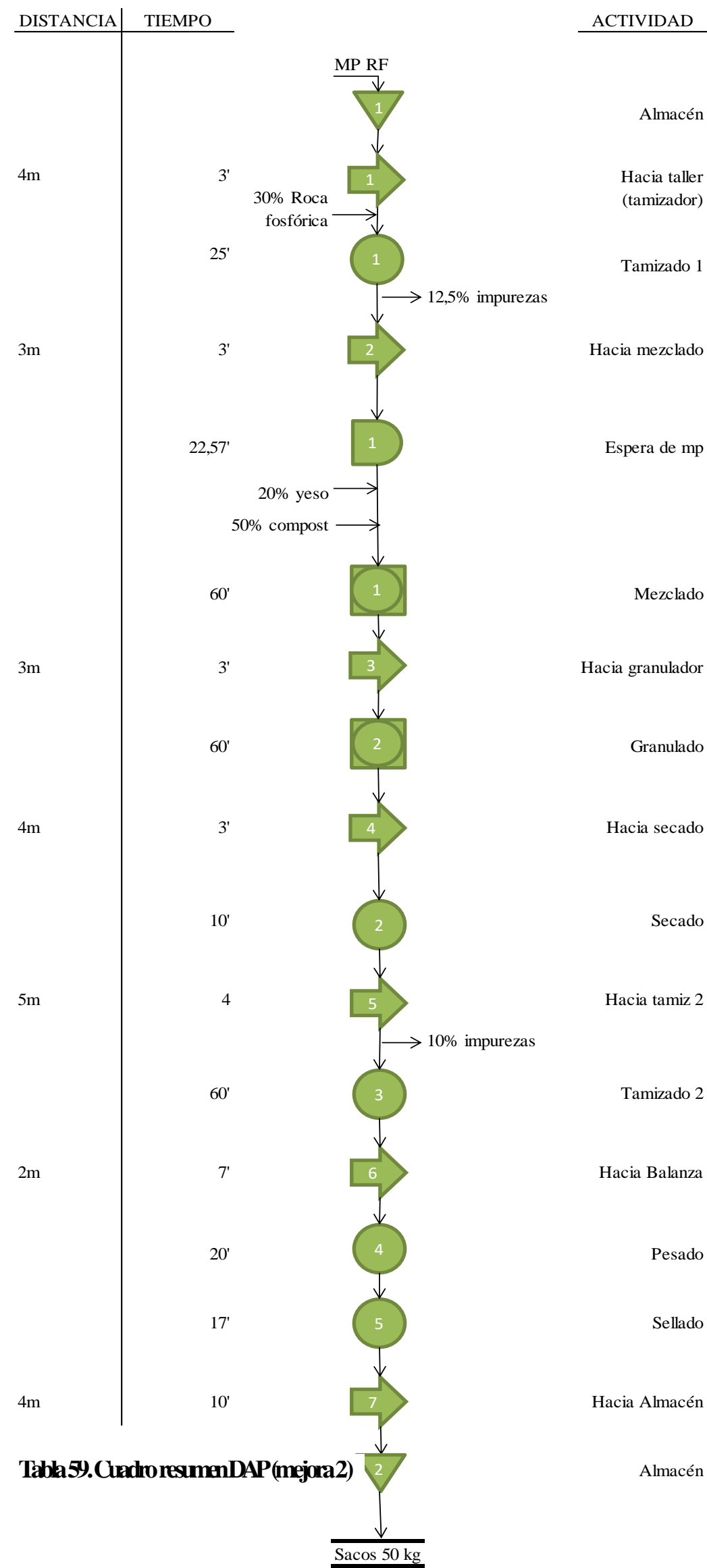


Tabla 59. Cuadro resumen DAP (mejora 2)

| Resumen | | | | |
|------------|---------|----------|--------------|---------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación | ○ | 5 | 132 | |
| Combinada | ◻ | 2 | 120 | |
| Transporte | ⇒ | 7 | 33 | 25 |
| Almacén | ▽ | 2 | - | |
| Demora | D | 1 | 22,57 | |
| Total | | 17 | 307,57 | 25 |

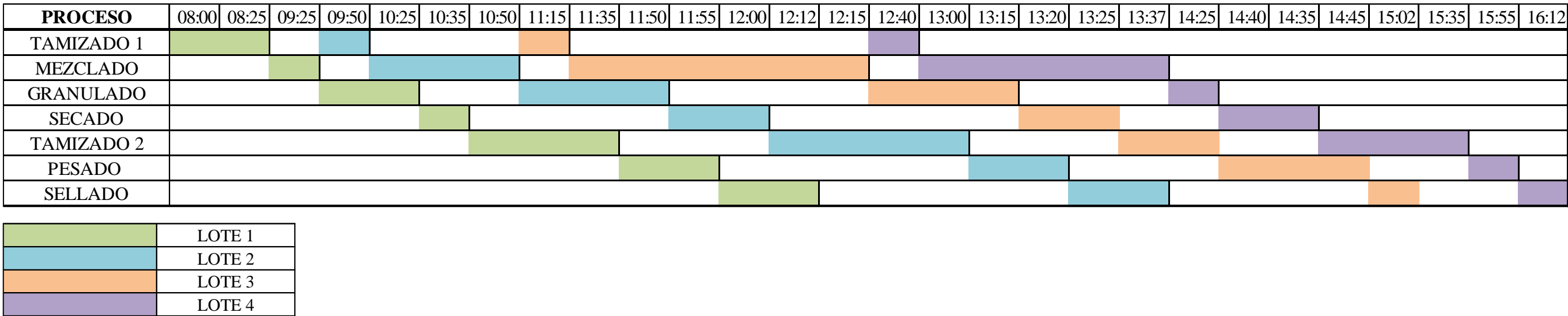


Figura 25. Diagrama O-T en horas propuesta 2

Las actividades de la empresa empiezan 8:00 de la mañana y culminan a las 17:00 de la tarde, considerando 1 hora de almuerzo. Al realizar el diagrama O-T mejorado, se puede observar que cada lote pasa por los 7 subprocesos.

De igual forma que el escenario anterior, se propone realizar un diagrama o-t ya que el objetivo de este es representar, medir y simular el desarrollo de sistemas productivos secuenciales con el fin de obtener resultados más precisos de la producción diaria optimizando el sistema, obteniendo así la figura 25

Con el diagrama O-T, se tiene el máximo aprovechamiento y una productividad y producción maximizada, es por ello que con esta propuesta la empresa logra producir 4 lotes de los cuales el lote está representado por 31 bolsas de fertilizantes resultando así una producción de 124 bolsas de fertilizantes diarios

Del resultado obtenido del diagrama O-T se procede a realizar el requerimiento de material y para ello, para producir cada lote se necesitan 2 000kg de materia prima. En este caso se necesitarán 8 000kg de materia prima por día de los cuales el 50% es de compost, 30% de roca fosfórica y 20% de yeso agrícola.

Tabla 60. Requerimiento de materia prima para producción semanal en kilogramos

| MATERIA PRIMA (kg) | compost 50% (kg) | 30% roca fosfórica (kg) | 20% yeso (kg) |
|--------------------|------------------|-------------------------|---------------|
| 48000 | 24000 | 14400 | 9600 |

En la tabla 60 se observa la materia prima a requerir por semana considerando 6 días laborales de los cuales, se propone a la empresa, como política, que el día sábado sea destinado a la recepción de la materia prima. Cabe recalcar que se establecerá una política de adquisición y pedidos de materia prima, una semana antes para prever que la empresa no se quede sin stock y pueda cumplir con los pedidos requeridos. Las materias primas vienen en bolsas de 50 kg por lo que el requerimiento sería el siguiente de la tabla 61:

Tabla 61. Requerimiento de materia prima para producción semanal en bolsas de 50 kg.

| Producto terminado | 50% Compost | 30% Roca fosfórica | 20% Yeso |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| 744 | 480 | 288 | 192 |

A partir de la tabla 61, se procede a efectuar la estructura por niveles para realizar la planificación de requerimientos de materiales. Sabiendo que diariamente la empresa producirá 93 bolsas de 50 kg de fertilizante, y como el requerimiento de materiales será semanal, la producción semanal será de 558 bolsas de fertilizantes. Siendo el proceso un 77,5% eficiente, se requerirán 216 sacos de roca fosfórica, 144 de yeso, 360 de compost y 558 bolsas PEBD

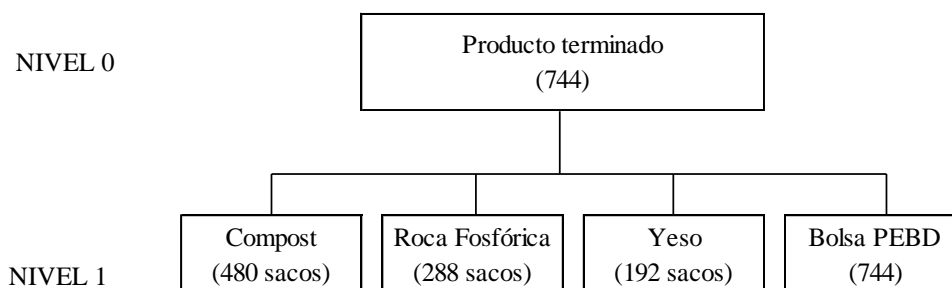


Figura 26. Estructura por niveles para mrp 2

La tabla 62 es la planificación de requerimiento de materiales, la cual servirá como herramienta a la empresa para realizar sus pedidos semanales en un tiempo determinado, este sistema proporciona la lista de compra semanal de insumos y materiales necesarios para la elaboración de fertilizantes en la empresa Procesos Muchik S.R.L. Este MRP debe actualizarse según la empresa vaya creciendo y estableciéndose en el mercado.

Tabla 62. Planificación de requerimiento de materiales del año 2018

[illegible]

[illegible]

[illegible]

3.6. NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

ESCENARIO 1

- **Producción**

Según el diagrama O-T propuesto (figura 22), la empresa produce 93kg de fertilizantes al día

- **Productividad**

- ✓ Maquinaria

En este escenario se propuso la compra de una maquinaria por lo tanto:

$$\text{Productividad} = \frac{93 \text{ bolsas de P. T.}}{5 \text{ máquinas}} = 18,6 \frac{\text{bolsas de P. T}}{\text{máquina}}$$

Considerando la nueva adquisición, se tiene que la empresa produce 18,6 bolsas de producto terminado por máquina

- ✓ Materiales

Para producir 93 bolsas de producto terminado se requiero 6 toneladas de materia prima por lote; por lo tanto:

$$\text{Productividad} = \frac{93 \text{ bolsas de P. T.}}{6 \text{ toneladas.}} = 15,5 \frac{\text{bolsas}}{\text{tonelada}}$$

- ✓ Mano de obra

Se producen 33,33 bolsas de producto terminado por operario, considerando que la empresa cuenta con 3 operarios para el proceso productivo.

$$\text{Productividad} = \frac{93 \text{ bolsas de P. T.}}{3 \text{ operarios.}} = 31 \frac{\text{bolsas}}{\text{operario}}$$

- **Eficiencia**

- ✓ Eficiencia física

La eficiencia física sigue siendo la misma ya que el proceso está determinado por un porcentaje de impurezas del tamizado 1 y tamizado 2, los cuales suman 22,5% de impurezas. Esto determina la eficiencia de producción siendo 77,5%

✓ Eficiencia económica

Para el cálculo de la eficiencia económica se procede a dividir los ingresos entre los costos de producción.

El sueldo mensual de un operario, es de S/ 1 000,00. El costo por operario al día es de S/ 125,00 considerando 24 días laborales al mes, sueldo fijo que ganan sin considerar cuanto produzcan al día.

Tabla 63. Costo por operario

| Costo por operario | | | |
|--------------------|----------|----------------|---------------|
| Cargo | Cantidad | Sueldo mensual | Costo por día |
| Operarios | 3 | S/ 1 000,00 | S/ 125,00 |

Para poder calcular el costo de la materia prima se toma en cuenta la eficiencia física del 77,5% para poder calcular la materia prima necesaria para producir los sacos de fertilizantes.

Tabla 64. Total de materia prima necesitada

| | |
|---------------------------------|-------|
| Producción diaria (sacos 50 kg) | 93 |
| Total en kg | 4 650 |
| Aprovechamiento | 77,5% |
| Total de kg. de mp necesitada | 6 000 |

A partir de la tabla 65 se sacan los costos con cada porcentaje por materia prima requerida.

Tabla 65. Total costo de materia prima por 100 sacos de 50kg

| Material | Proporción | Total necesitado en kg. | Costo unitario | Costo por kg |
|----------------|------------|-------------------------|----------------|--------------|
| Roca fosfórica | 30% | 1 800 | S/ 0,05 | S/ 90,00 |
| Yeso | 20% | 1 200 | S/ 0,06 | S/ 72,00 |
| Compost | 50% | 3 000 | S/ 0,06 | S/.180,00 |
| TOTAL COSTO MP | | | | S/ 342,00 |

Para poder obtener el costo total de producción se toma en cuenta el costo de energía al mes el cual se detalla en la tabla 67 donde se considera la nueva maquinaria adquirida

Tabla 66. Costo de energía al mes

| Maquinaria | Cantidad | Consumo en kW.h | N° de horas al día | N° días al mes | Costo por kW. H | Total |
|------------------------------|----------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Mecladora | 1 | 5,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 517,44 |
| Tamizadora | 1 | 3 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 282,24 |
| Tambor rotatorio | 1 | 7,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 705,60 |
| Granuladra de rodillo | 1 | 22 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 2 069,76 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 1 | 0,55 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 51,74 |
| Total mensual | | | | | | S/ 3 626,78 |

Tabla 67. Costo por saco

| | |
|------------------------|-----------|
| Costo MO | 125 |
| Costo de energía | 151,1 |
| Costo de MP | S/ 342,00 |
| Total por 83 sacos | 618,116 |
| Total sacos producidos | 93 |
| Costo x saco | 7,3464086 |

En la tabla 68 se resumen todos los costos obtenidos, teniendo como suma total S/ 618,116, siendo el costo por saco S/ 7,35; costo en el cual están sumados los S/0,7 céntimos por bolsa para cada producto final.

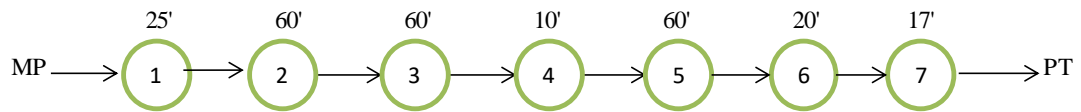
Tabla 68. Costo de producción

| Costo | Valor | Producción | Total por día |
|------------------------------|----------|------------|------------------|
| Costo variable de producción | S/. 7.35 | 93 | S/ 683,22 |
| Total | | | S/ 683,22 |

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{S/ } 56,00 * 93}{\text{S/ } 683,22} = 7,62$$

El resultado es de 7,62; que quiere decir que por cada sol que se invierte la empresa gana, 6,62 nuevos soles.

- **Cuello de botella**



Con la implementación de la máquina lo que se quiere es estandarizar los tiempos, por lo que el cuello de botella vendría a ser una hora.

$$\text{Cuello de botella (c)} = \frac{1 \text{ hora}}{\text{lote}}$$

Esto quiere decir que dentro del proceso de producción, el proceso que tiene una capacidad inferior a la demanda que se le impone son los procesos de mezclado, granulado, tamizado²; siendo estos la nueva restricción del proceso productivo, determina la velocidad del proceso.

- **Capacidad**

- ✓ Capacidad de diseño

La capacidad máxima teórica que la empresa tiene es de 400 unidades por día, trabajando bajo condiciones ideales.

$$\text{Capacidad de Diseño} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad efectiva o real

La capacidad real con la que la empresa espera trabajar y espera alcanzar es de 93 bolsas de fertilizante por día.

$$\text{Capacidad real} = \frac{93 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad ociosa

La capacidad que la empresa no está aprovechando es de 307 bolsas al día.

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}} - \frac{93 \text{ bolsas}}{\text{día}} = \frac{307 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad utilizada

La capacidad utilizada por la empresa es de 23,25% de la capacidad total que presenta. Este valor es muy bajo, por lo cual se debe mejorar los procesos para elevar dicho valor y satisfacer la demanda que existe.

$$\text{Utilización} = \frac{93 \text{ bolsas/día}}{400 \text{ bolsas/día}} = 23,25\%$$

- **Cumplimiento de pedidos**

De acuerdo al anexo 1, según la demanda proyectada, se procede a evaluar el cumplimiento de pedidos por parte de la empresa, al producir 93 bolsas de fertilizante en el periodo del 2018. Se tiene la siguiente tabla 69.

Tabla 69. Cumplimiento de pedidos con la mejora 1

| Año | | Mes | Demanda en sacos de 50 kg | Producción con la mejora | ¿Cumple con la demanda? |
|------|----|------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 2018 | 6 | Enero | 1 896 | 13 392 | SI |
| | 7 | Febrero | 1 922 | 13 392 | SI |
| | 8 | Marzo | 1 947 | 13 392 | SI |
| | 9 | Abril | 1 973 | 13 392 | SI |
| | 10 | Mayo | 1 998 | 13 392 | SI |
| | 11 | Junio | 2 024 | 13 392 | SI |
| | 12 | Julio | 2 049 | 13 392 | SI |
| | 13 | Agosto | 2 075 | 13 392 | SI |
| | 14 | Septiembre | 2 100 | 13 392 | SI |
| | 15 | Octubre | 2 126 | 13 392 | SI |
| | 16 | Noviembre | 2 151 | 13 392 | SI |
| | 17 | Diciembre | 2 177 | 13 392 | SI |

Debido a que al producir 93 bolsas de fertilizante al día, la empresa llega a producir 13 392 sacos al mes, logra satisfacer la demanda. Por lo tanto el nivel de servicio tomando en cuenta el mes de enero es:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados}}{\text{Cantidad de pedidos totales}}$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{1\,896 \text{ bolsas de fertilizante}}{1\,896 \text{ bolsas de fertilizante}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 100\%$$

PROPUESTA 2

- **Producción:**

Según el diagrama O-T propuesto (figura 25), la empresa produce 124kg de fertilizantes al día

- **Productividad**

- ✓ Maquinaria

En esta propuesta no se adquiere ninguna maquinaria por lo que la productividad es la siguiente. Entonces:

$$\text{Productividad} = \frac{124 \text{ bolsas de P. T.}}{3 \text{ máquinas}} = 41,33 \frac{\text{bolsas de P. T}}{\text{máquina}}$$

- ✓ Materiales

Para producir 124 bolsas de producto terminado se requiero 8 toneladas de materia prima por lote; por lo tanto:

$$\text{Productividad} = \frac{124 \text{ bolsas de P. T.}}{8 \text{ toneladas.}} = 15,5 \frac{\text{bolsas}}{\text{tonelada}}$$

- ✓ Recursos Humanos

En este escenario se propuso a la empresa contratar a un operario para que realice, junto a otro operario, el proceso de mezclado; por lo tanto

$$\text{Productividad} = \frac{124 \text{ bolsas de P. T.}}{4 \text{ operarios.}} = 31 \frac{\text{bolsas}}{\text{operario}}$$

- **Eficiencia**

- ✓ Eficiencia física

La eficiencia física sigue siendo la misma ya que el proceso está determinado por un porcentaje de impurezas del tamizado 1 y tamizado 2, los cuales suman 22,5% de impurezas. Esto determina la eficiencia de producción siendo 77,5%

✓ Eficiencia económica

Para el cálculo de la eficiencia económica se procede a dividir los ingresos entre los costos de producción.

El sueldo mensual de un operario, es de S/ 1 000,00. El costo por operario al día es de S/ 125,00 considerando 24 días laborales al mes, sueldo fijo que ganan sin considerar cuanto produzcan al día.

Tabla 70. Costo por operario

| Costo por operario | | | |
|--------------------|----------|----------------|---------------|
| Cargo | Cantidad | Sueldo mensual | Costo por día |
| Operarios | 3 | S/ 1 000,00 | S/ 125,00 |

Para poder calcular el costo de la materia prima se toma en cuenta la eficiencia física del 77,5% para poder calcular la materia prima necesaria para producir los sacos de fertilizantes.

Tabla 71. Total de materia prima necesitada

| | |
|---------------------------------|-------|
| Producción diaria (sacos 50 kg) | 124 |
| Total en kg | 6200 |
| Aprovechamiento | 77,5% |
| Total de kg. de mp necesitada | 8 000 |

A partir de la tabla 71 se sacan los costos con cada porcentaje por materia prima requerida.

Tabla 72. Total costo de materia prima por 124 sacos de 50 kg

| Material | Proporción | Total necesitado en kg. | Costo unitario | Costo por kg |
|----------------|------------|-------------------------|----------------|--------------|
| Roca fosfórica | 30% | 2 400 | S/ 0,05 | S/ 120,00 |
| Yeso | 20% | 1 600 | S/ 0,06 | S/ 96,00 |
| Compost | 50% | 4 000 | S/ 0,06 | S/ 240,00 |
| TOTAL COSTO MP | | | | S/ 456,00 |

Para poder obtener el costo total de producción se toma en cuenta el costo de energía al mes el cual se detalla en la tabla 73.

Tabla 73. Costo de energía al mes

| Maquinaria | Cantidad | Consumo en kW.h | N° de horas al día | N° días al mes | Costo por kW. H | Total |
|------------------------------|----------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Tamizadora | 1 | 3 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 282,24 |
| Tambor rotatorio | 1 | 7,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 705,60 |
| Granulador de rodillo | 1 | 22 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 2 069,76 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 1 | 0,55 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 51,74 |
| Total mensual | | | | | | S/ 3 109,34 |
| Total diario | | | | | | S/ 129,6 |

Tabla 74. Costo por saco

| | |
|------------------------|-----------|
| Costo de energía | 129,6 |
| Costo de MP | S/ 456,00 |
| Total 124 sacos | 710,556 |
| Total sacos producidos | 124 |
| Costo x saco | 6,3022 |

En la tabla 74 se resumen todos los costos obtenidos, teniendo como suma total S/ 710,56, siendo el costo por saco S/ 6,30; costo en el cual están sumados los S/0,7 céntimos por bolsa para cada producto final.

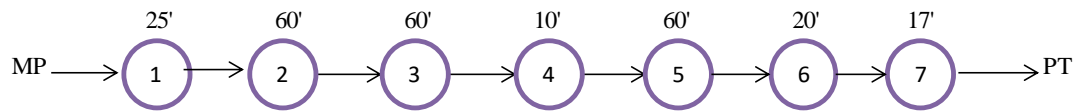
Tabla 75. Costo de producción con la mejora 2

| Costo | Valor | Producción | Total por día |
|------------------------------|---------|------------|------------------|
| Costo variable de producción | S/ 6,43 | 124 | S/ 797,36 |
| Total | | | S/ 797,36 |

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{56 * 124}{797,36} = 8,71$$

El resultado es de 8,71; que quiere decir que por cada sol que se invierte la empresa gana, 7,71 nuevos soles.

- **Cuello de botella**



Con la contratación de un operario para el proceso de mezclado, se estandarizan los tiempos, por lo que el cuello de botella vendría a ser una hora.

$$\text{Cuello de botella (c)} = \frac{1 \text{ hora}}{\text{lote}}$$

Esto quiere decir que dentro del proceso de producción, el proceso que tiene una capacidad inferior a la demanda que se le impone, son los procesos de mezclado, granulado, tamizado²; siendo estos la nueva restricción del proceso productivo, determina la velocidad del proceso.

- **Capacidad**

- ✓ Capacidad de diseño

La capacidad máxima teórica que la empresa tiene es de 400 unidades por día, trabajando bajo condiciones ideales.

$$\text{Capacidad de Diseño} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad efectiva o real

La capacidad real con la que la empresa espera trabaja y espera alcanzar es de 120 bolsas de fertilizante por día.

$$\text{Capacidad real} = \frac{124 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad ociosa

La capacidad que la empresa no está aprovechando es de 300 bolsas al día.

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{400 \text{ bolsas}}{\text{día}} - \frac{120 \text{ bolsas}}{\text{día}} = \frac{276 \text{ bolsas}}{\text{día}}$$

- ✓ Capacidad utilizada

La capacidad utilizada por la empresa es de 31% de la capacidad total que presenta. Este valor es muy bajo, por lo cual se debe mejorar los procesos para elevar dicho valor y satisfacer la demanda que existe.

$$\text{Utilización} = \frac{124 \text{ bolsas/día}}{400 \text{ bolsas/día}} = 31\%$$

- **Cumplimiento de pedidos**

De acuerdo al anexo 1, según la demanda proyectada, se procede a evaluar el cumplimiento de pedidos por parte de la empresa, al producir 124 bolsas de fertilizante en el periodo del 2018. Se tiene la siguiente tabla 76.

Tabla 76. Cumplimiento de pedidos con la mejora 2

| Año | | Mes | Demanda en sacos de 50 kg | Producción con la mejora | ¿Cumple con la demanda? |
|------|----|------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 2018 | 6 | Enero | 1 896 | 17 856 | SI |
| | 7 | Febrero | 1 922 | 17 856 | SI |
| | 8 | Marzo | 1 947 | 17 856 | SI |
| | 9 | Abril | 1 973 | 17 856 | SI |
| | 10 | Mayo | 1 998 | 17 856 | SI |
| | 11 | Junio | 2 024 | 17 856 | SI |
| | 12 | Julio | 2 049 | 17 856 | SI |
| | 13 | Agosto | 2 075 | 17 856 | SI |
| | 14 | Septiembre | 2 100 | 17 856 | SI |
| | 15 | Octubre | 2 126 | 17 856 | SI |
| | 16 | Noviembre | 2 151 | 17 856 | SI |
| | 17 | Diciembre | 2 177 | 17 856 | SI |

Debido a que al producir 93 bolsas de fertilizante al día, la empresa llega a producir 13 392 sacos al mes, logra satisfacer la demanda Por lo tanto el nivel de servicio tomando en cuenta el mes de enero es:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados}}{\text{Cantidad de pedidos totales}}$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{1\,896 \text{ bolsas de fertilizante}}{1\,896 \text{ bolsas de fertilizante}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 100\%$$

3.6.1. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES

Gracias a las propuestas de mejora se pudo incrementar los valores de ciertos indicadores como el de actividades productivas, la eficiencia económica y la eficiencia física; la producción, productividad de maquinaria, productividad de mano de obra, productividad de materiales y la capacidad utilizada de la planta. Así también se logró reducir las actividades improductivas y el tiempo del proceso de producción, la distancia en metros del recorrido del producto y del operario, el cuello de botella, el tiempo de flujo del proceso, los tiempos ociosos y la capacidad ociosa. De manera detallada la información se muestra en la Tabla 77 y 78.

Tabla 77. Cuadro comparativo de indicadores (Propuesta 1)

| INDICADORES | ESCENARIO ACTUAL | PROPUESTA DE MEJORA 1 | Δ % |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Producción (unid/día) | 31 | 93 | 200% |
| Actividades productivas (%) | 74,61 | 75,8 | 1,59% |
| Actividades improductivas (%) | 25,38 | 24,2 | 4,65% |
| Tiempo de Flujo del proceso (min) | 418,12 | 332,12 | 20,57% |
| Productividad máquina (unid/maq) | 5,17 | 18,6 | 259,77% |
| Productividad mano de obra (unid/op) | 10,33 | 31 | 200,10% |
| Eficiencia Económica (%) | 3,74 | 7,62 | 103,74% |
| Cuello de Botella (min/lote) | 120 | 60 | 50,00% |
| N° de operarios | 3 | 3 | 0% |
| N° de máquinas | 4 | 5 | 25,00% |
| Nivel de servicio | 37,76% | 100% | 164,83% |
| Cumplimiento con pedidos | NO | SI | |

Tabla 78. Cuadro comparativo de indicadores (Propuesta 2)

| INDICADORES | ESCENARIO ACTUAL | PROPUESTA DE MEJORA 2 | Δ % |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Producción (unid/día) | 31 | 124 | 300% |
| Actividades productivas (%) | 74,61 | 81,9 | 9,77% |
| Actividades improductivas (%) | 25,38 | 18,1 | 28,68% |
| Tiempo de Flujo del proceso (min) | 418,12 | 307,57 | 26,44% |
| Productividad máquina (unid/maq) | 5,17 | 41,33 | 699,42% |
| Productividad mano de obra (unid/op) | 10,33 | 31 | 200,10% |
| Eficiencia Económica (%) | 3,74 | 8,71 | 132,89% |
| Cuello de Botella (min/lote) | 120 | 60 | 50,00% |
| N° de operarios | 3 | 4 | 33,33% |
| N° de máquinas | 4 | 4 | 0% |
| Nivel de servicio | 37,76% | 100% | 164,83% |
| Cumplimiento con pedidos | NO | SI | |

3.6.2. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental es una investigación de carácter técnico, de menor o mayor alcance, que se realiza normalmente en un periodo de análisis y toma de decisiones sobre un proyecto o plan de acción con el fin de investigar la posibilidad y gravedad de sus impactos ambientales potenciales.

En este apartado se identificarán los efectos ambientales respecto a las etapas de construcción y operación de la empresa Procesos Muchik S.R.L., tomándose en cuenta componentes del ambiente y acciones de las actividades del proyecto.

3.6.2.1. Identificación y evaluación de los impactos

3.6.2.1.1. Impactos ambientales en etapa de construcción

La empresa ya se encuentra construida y en plena operatividad, por tal razón no se describen los impactos generados durante esta etapa.

3.6.2.1.2. Impactos ambientales en etapa de operación

Durante la etapa de operación, lo cual es una actividad permanente, existen impactos ambientales de los diversos factores del medio físico y socioeconómico del ambiente que intervienen en el funcionamiento de la empresa Procesos Muchik S.R.L., que pueden ser de carácter negativo y positivo. Para realizar esta evaluación se consideró la utilización de la Matriz de Leopold ver figura 27

Para la construcción de la matriz de leopold, se consideró en cada casillero la magnitud/importancia donde:

MAGNITUD: En función a la extensión del Impacto ambiental producido

- Puntual: 1 – 2
- Parcial : 3- 4
- Medio: 5 – 6
- Extenso: 7 8
- Total : 9 – 10

IMPORTANCIA: En función a las consecuencias del Impacto (significancia o intensidad), sobre el componente ambiental y a su importancia sobre el medio

- Muy Baja: 1 – 2
- Baja: 3 – 4
- Moderada: 5 – 6
- Alta: 7 – 8
- Muy Alta: 9 – 10

| Sistema | Subsistema | Componente Ambiental | Factor Ambiental | ACTIVIDADES | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---|------------|----------|-----------|--------|------------|--------|---------|----------------------|----------------------|------------------------------|-------|------|
| | | | | Proceso de elaboracion de Fertilizantes Multiphos | | | | | | | | | Lavado de maquinaria | Contratación de mano de obra | | |
| | | | | Almacenamiento de materia prima | Tamizado 1 | Mezclado | Granulado | Secado | Tamizado 2 | Pesado | Sellado | Almacenamiento de PT | | | | |
| Medio Natural | Fisico | Aire | Material Particulado | | -3/4 | -3/4 | | | | -3/4 | | | | | | -36 |
| | | | Nivel de Olor | -1/3 | | | | | | | | -1/3 | | | | -6 |
| | | | Nivel de Ruido | | -5/4 | -5/4 | -5/4 | -5/4 | -5/4 | -5/4 | | | | | | -100 |
| | | Suelo | Calidad del suelo | -1/3 | | | | | | -4/4 | | | -1/3 | -5/5 | | -47 |
| | | | Degradacion del suelo | | | | | | | | | | | -3/4 | | -12 |
| | | Agua | Consumo de Agua | | | | | | | | | | | -4/4 | | -16 |
| | | | Calidad del Agua | | | | | | | | | | | -4/4 | | -16 |
| | | Biologico | Paisaje | Alteracion paisajistica | | -2/4 | -3/4 | | | | -3/4 | -1/3 | -1/3 | | -1/3 | |
| | Medio Socio Economico | Socio Demografico | Humano/ Económico | Salud humana | | -4/3 | -5/4 | | | | | | | | | |
| Nivel de Empleo | | | | | | 4/4 | | | | | | | | | 4/4 | 32 |
| Total | | | | -6 | -52 | -48 | -20 | -20 | -60 | -3 | -3 | -6 | -72 | 16 | -274 | |

Figura 27. Matriz de Leopold

A partir de la matriz de Leopold, se resume lo siguiente:

- **Contaminación del aire:** En el proceso de tamizado 1, mezclado y tamizado 2 es donde mayor material particulado se genera, siendo uno de los principales fuentes de contaminación del aire. Con un impacto de -36
- **Contaminación de agua:** En el lavado de máquinas, el cual no es diario sino semanal, se generan efluentes, provenientes del lavado de maquinaria; las cuales son arrojadas a la acequia deteriorando la calidad del agua y contaminando la misma. Con un impacto total de -32
- **Contaminación visual:** Este tipo de contaminación es generada por los restos de bolsas en almacén, restos de materiales, repuestos de equipos que se encuentran dentro del área de producción. Teniendo un impacto de (-41)
- **Contaminación auditiva:** de todas las actividades que se realizan en la empresa, la mayor parte es con maquinaria, la cual produce ruido y genera problemas auditivos al sobrepasar decibeles permitidos. Siendo este el de mayor impacto negativo (-100)
- **Salud humana:** la salud humana se ve afectada en todo el proceso debido a las áreas de trabajo en malas condiciones así como al no contar con indumentaria correcta (orejeras, tapabocas y lentes) afectando a los operarios; generando estrés y baja productividad en la empresa. A lo largo del proceso realizan cargas continuamente lo cual a lo largo puede ocasionar lesiones. (-32)
- **Contratación de mano de obra:** se genera puestos de trabajo debido al requerimiento de operarios en la empresa para ciertas actividades. Esto genera un impacto positivo de 32.

3.6.2.1.3. Programa de monitoreo

En este punto lo que se quiere lograr es realizar un monitoreo a la empresa para posteriormente poder tomar medidas correctivas o preventivas según los impactos generados por la empresa al ambiente y/o salud.

El Plan de Manejo Ambiental consiste en una serie de procedimientos que garantizan la ejecución de las medidas de prevención y de control a fin de lograr subsanar todos los impactos negativos que pudieran presentarse durante la Etapa de Funcionamiento, para lo cual es necesario tener en consideración el cumplimiento de los dispositivos Técnico-Legales.

El eficiente cumplimiento del manejo ambiental debe considerar la aplicación correcta de los dispositivos Técnico -Legales de Protección Ambiental en el Sector Industrias con el D.S. 019-97-ITINCI, esto quiere decir que cualquier impacto negativo al ambiente que pueda ocasionarse durante la operación de la empresa, se tiene que minimizar y/o eliminar, para lo cual hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Disposición de Residuos Sólidos.
- Acceso libre a la información.
- Medir y documentar los niveles y variaciones de contaminantes generados por la actividad productiva.

Se contactó con una empresa de lima la cual cotizó el costo de su servicio brindado de acuerdo a las especificaciones que la empresa requiere. (ver anexo 4). A continuación se detalla una tabla resumen de sus costos, los cuales incurrirán en el costo beneficio, considerándolo como una inversión.

Tabla 79. Costo total del monitoreo ambiental

| Actividad | Costo |
|--|--------------------|
| Monitoreo ambiental | S/ 7 000,00 |
| Elaboración y presentación del informe | S/ 500,00 |
| Personal de muestreo | S/ 400,00 |
| Movilidad y gastos administrativos | S/ 1 000,00 |
| COSTO TOTAL | S/ 8 900,00 |

3.6.3. COSTO BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS

3.6.3.1. Costo de la propuesta 1

Tabla 80. Máxima producción con mejora

| | |
|---|---------|
| Producción diaria x saco de 50 kg. | 93 |
| Días al mes | 24 |
| Total kg. | 111 600 |

Para la propuesta 1, de acuerdo al ot (figura 22) se obtuvo que al día, en condiciones ideales, la empresa puede producir 93 sacos de producto terminado lo cual viene a ser 111 600 kg al mes trabajando 24 días al mes. Esto nos servirá para que de acuerdo a la proyección de la demanda realizada en la tabla 82, se puedan obtener al mes los kilogramos necesarios a producir sin exceder y no ocasionar stock.

Tabla 81. Demanda de Marzo del 2016 a Julio 2017

| Año | Mes | Total sacos x 50 kg. entregados a tiempo | Total sacos x 50 kg. Rechazados | Total sacos x 50 kg. No atendidos | Demanda total de sacs x 50 kg. | Demanda total equivalente en kg. |
|-------------|--------------|---|--|--|---------------------------------------|---|
| 2016 | Marzo | 690 | 491 | 645 | 1 826 | 91 300 |
| | Abril | 700 | 530 | 560 | 1 790 | 89 500 |
| | Mayo | 728 | 539 | 721 | 1 988 | 99 400 |
| | Junio | 732 | 473 | 625 | 1 830 | 91 500 |
| | Julio | 739 | 636 | 679 | 2 054 | 102 700 |
| | Agosto | 746 | 502 | 641 | 1 889 | 94 450 |
| | Septiembre | 753 | 292 | 709 | 1 754 | 87 700 |
| | Octubre | 761 | 261 | 633 | 1 655 | 82 750 |
| | Noviembre | 784 | 616 | 554 | 1 954 | 97 700 |
| | Diciembre | 762 | 667 | 669 | 2 098 | 104 900 |
| 2017 | Enero | 762 | 686 | 566 | 2 014 | 100 700 |
| | Febrero | 737 | 737 | 527 | 2 001 | 100 050 |
| | Marzo | 745 | 571 | 431 | 1 747 | 87 350 |
| | Abril | 745 | 768 | 578 | 2 091 | 104 550 |
| | Mayo | 759 | 801 | 623 | 2 183 | 109 150 |
| | Junio | 760 | 879 | 650 | 2 289 | 114 450 |
| | Julio | 760 | 931 | 682 | 2 373 | 118 650 |
| | Total | 12 663 | 10 380 | 10 493 | 33 536 | 1 676 800 |

La tabla 81 es una recopilación de los datos propuestos por la empresa con respecto a los sacos entregados a tiempo, más los sacos rechazados, más los sacos de los pedidos no atendidos, lo que para la empresa vendría a ser la demanda en el periodo de marzo del 2016 a julio de 2017, datos que servirán para realizar la proyección

Figura 28. Variación de la demanda

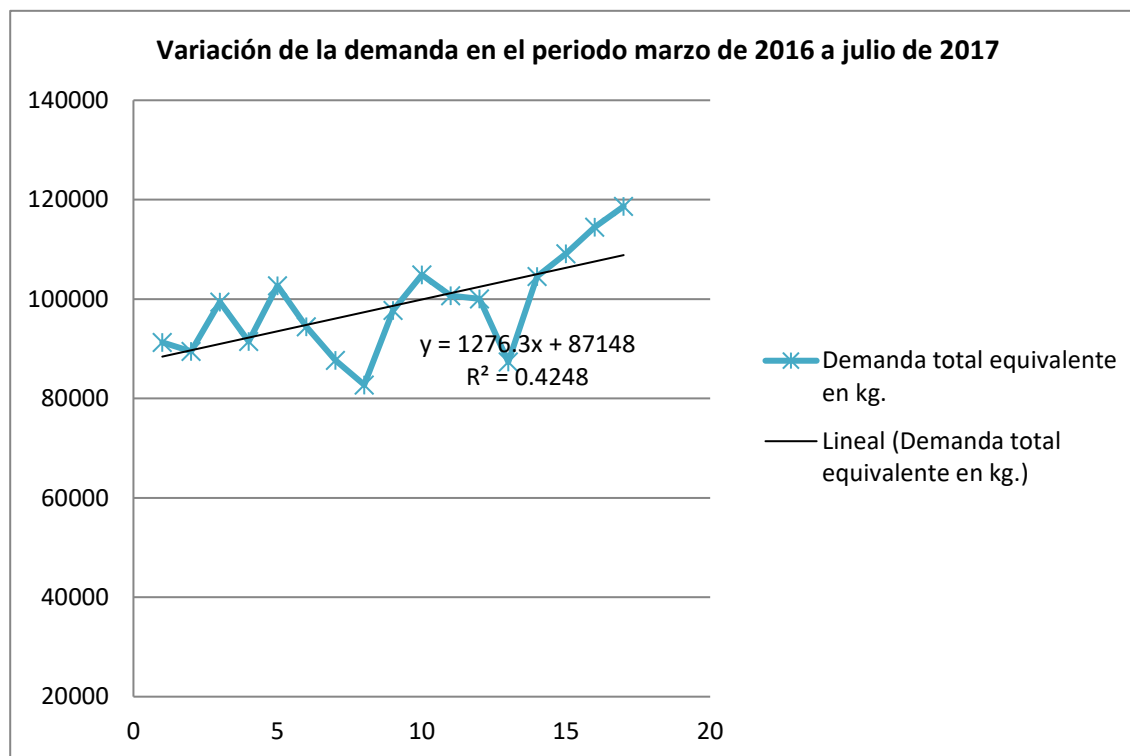


Tabla 82. Proyección de la demanda

| Año | | Mes | Demanda pronosticada con regresión lineal en kg. | Máxima producción con mejora | Producción propuesta | Total kg producidos | Total en sacos de 50 kg. |
|------|----|------------|--|------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| 2017 | 1 | Agosto | 88 424,3 | 111 600 | 88 424,3 | 454 884,5 | 9098 |
| | 2 | Setiembre | 89 700,6 | 111 600 | 89 700,6 | | |
| | 3 | Octubre | 90 976,9 | 111 600 | 90 976,9 | | |
| | 4 | Noviembre | 92 253,2 | 111 600 | 92 253,2 | | |
| | 5 | Diciembre | 93 529,5 | 111 600 | 93 529,5 | | |
| 2018 | 6 | Enero | 94 805,8 | 111 600 | 94 805,8 | 1 221 905,4 | 24438 |
| | 7 | Febrero | 96 082,1 | 111 600 | 96 082,1 | | |
| | 8 | Marzo | 97 358,4 | 111 600 | 97 358,4 | | |
| | 9 | Abril | 98 634,7 | 111 600 | 98 634,7 | | |
| | 10 | Mayo | 99 911 | 111 600 | 99 911 | | |
| | 11 | Junio | 101 187,3 | 111 600 | 101 187,3 | | |
| | 12 | Julio | 102 463,6 | 111 600 | 102 463,6 | | |
| | 13 | Agosto | 103 739,9 | 111 600 | 103 739,9 | | |
| | 14 | Septiembre | 105 016,2 | 111 600 | 105 016,2 | | |
| | 15 | Octubre | 106 292,5 | 111 600 | 106 292,5 | | |
| | 16 | Noviembre | 107 568,8 | 111 600 | 107 568,8 | | |
| | 17 | Diciembre | 108 845,1 | 111 600 | 108 845,1 | | |
| 2019 | 18 | Enero | 110 121,4 | 111 600 | 110 121,4 | 1 344 570 | 26891,4 |
| | 19 | Febrero | 111 397,7 | 111 600 | 111 397,7 | | |
| | 20 | Marzo | 11 2674 | 111 600 | 112 674 | | |
| | 21 | Abril | 113 950,3 | 111 600 | 113 950,3 | | |
| | 22 | Mayo | 115 226,6 | 111 600 | 115 226,6 | | |
| | 23 | Junio | 116 502,9 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 24 | Julio | 117 779,2 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 25 | Agosto | 119 055,5 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 26 | Septiembre | 120 331,8 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 27 | Octubre | 121 608,1 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 28 | Noviembre | 122 884,4 | 111 600 | 111 600 | | |
| | 29 | Diciembre | 124 160,7 | 111 600 | 111 600 | | |

En la tabla 82 se obtuvo la demanda pronosticada y se comparó con la máxima producción de sacos de acuerdo a la mejora, siendo 111 600 kg, resultando así el total de sacos de 50 kg de producto terminado que deben producirse en los años 2017 a 2019.

Tabla 83. Inversión tangible

| Maquinaria | Cantidad | Costo | Total |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Mezcladora | 1 | S/ 4 590 | S/ 4 590 |
| Total | | | S/ 4 590 |

Tabla 84. Inversión intangible

| Estudios | |
|----------------------|--------------------|
| Ítem | Costo |
| Pasajes | S/ 250,00 |
| Internet | S/ 280,00 |
| Útiles de escritorio | S/ 150,00 |
| Comunicación | S/ 300,00 |
| Monitoreo ambiental | S/ 8 900,00 |
| Total | S/ 9 880,00 |

Tabla 85. Inversión total

| Ítem | Total |
|-----------------------------|---------------------|
| Inversión tangible | |
| Mezcladora | S/ 4 590,00 |
| | |
| Inversión Intangible | |
| Estudios | S/ 9880,00 |
| Total | S/ 14 470,00 |

La tabla 85 es la inversión total de la propuesta 1 que abarca la inversión tangible e intangible siendo una suma total de S/ 14 470,00, aquí se considera la compra de la maquinaria, la cual incurriría una suma en el costo de energía el cual se detalla en la tabla 86.

Tabla 86. Costo de energía con la mezcladora

| Maquinaria | Cantidad | Consumo en kW.h | N° de horas al día | N° días al mes | Costo por kW. H | Total |
|------------------------------|----------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Mecladora | 1 | 5,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 517,44 |
| Tamizadora | 1 | 3 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 282,24 |
| Tambor rotatorio | 1 | 7,5 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 705,60 |
| Granuladra de rodillo | 1 | 22 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 2 069,76 |
| Tamiz con tolva alimentadora | 1 | 0,55 | 8 | 24 | S/ 0,49 | S/ 51,74 |
| Total mensual | | | | | | S/ 3 626,78 |

Tabla 87. Salarios

| Personal | Sueldos | Meses al año | Asignación familiar | + 9% ESSALUD | Gratificación | + 9% ESSALUD | Cantidad por año | CTS por año | + 9% ESSALUD | Beneficios (Vacaciones) | Cantidad de personal | Total anual |
|-------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|------------------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| Operarios | S/ 1 000,00 | 12 | S/ 85,00 | S/ 97,65 | S/ 1 085,00 | S/ 97.65 | 2 | 1 356,25 | 97,65 | S/ 1 085,00 | 3 | S/ 57 288,00 |
| Asistente de producción | S/ 1 500,00 | 12 | S/ 85,00 | S/ 1 42,65 | S/ 1 585,00 | S/ 142.65 | 2 | 1 981,25 | 142,65 | S/ 1 585,00 | 1 | S/ 27 896,00 |
| Ing. Químico | S/ 1 800,00 | 12 | S/ 85,00 | S/ 1 69,65 | S/ 1 885,00 | S/ 169.65 | 2 | 2 356,25 | 169,65 | S/ 1 885,00 | 1 | S/ 33 176,00 |
| Gerente general | S/ 2 500,00 | 12 | S/ 85,00 | S/ 2 32,65 | S/ 2 585,00 | S/ 232.65 | 2 | 3 231,25 | 232,65 | S/ 2 585,00 | 1 | S/ 45 496,00 |
| Secretaria | S/ 1 500,00 | 12 | S/ 85,00 | S/ 1 42,65 | S/ 1 585,00 | S/ 142.65 | 2 | 1 981,25 | 115,65 | S/ 1 285,00 | 1 | S/ 27 569,00 |
| Sub Total | | | | | | | | | | | | S/ 191 425,00 |

La tabla 87 muestra el salario de los operarios incluyendo beneficios de asignación familiar, salud, gratificación y CTS de cada uno de los trabajadores de la empresa, el pago de CTS varía de acuerdo al sueldo fijo de cada trabajador . La asignación familiar es fija según ley de S/ 85 ,00.

Tabla 88. Materia prima requerida del 2017 al 2019

| Año | Producción | MP necesitada |
|------------|-------------------|----------------------|
| 2017 | 454 884,5 | 586 947,742 |
| 2018 | 1 221 905,4 | 1 576 652,13 |
| 2019 | 1 344 570 | 1 734 929,03 |

Tabla 89. Costo de Materia prima del 2017 al 2019

| Materia prima | Proporción | Costo x kg. | 2017 - II | | 2018 | | 2019 | |
|----------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| | | | Cantidad en kg. | Total | Cantidad en kg. | Total | Cantidad en kg. | Total |
| Yeso | 20% | S/ 0,05 | 117 389,55 | S/ 5 869,48 | 315 330,43 | S/ 15 766,52 | 346 985,81 | S/ 17 349,29 |
| Roca fosfórica | 30% | S/ 0,06 | 176 084,32 | S/ 10 565,06 | 472 995,64 | S/ 28 379,74 | 520 478,71 | S/ 31 228,72 |
| Compost | 50% | S/ 0,06 | 293 473,87 | S/ 17 608,43 | 788 326,06 | S/ 47 299,56 | 867 464,52 | S/ 52 047,87 |
| Total | | | 586 947,7419 | S/ 34 042,97 | 1 576 652,129 | S/ 91 445,82 | 1 734 929,032 | S/ 100 625,88 |

Después de haber obtenido la materia prima requerida se procede a calcular su costo respectivo de acuerdo a la proporción necesitada de yeso, roca fosfórica y compost respectivamente para la fabricación de fertilizantes; teniendo cada uno un costo distinto, costos brindados por la empresa. Para el año 2017 fue un total de S/ 34 042,97, para el año 2018 S/ 91 445,82 y finalmente para el año 2019 S/ 100 625,88

Tabla 90. Análisis económico propuesta 1

| ÍTEM | Año 0 | 2017 - II | 2018 | 2019 |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Inversión | | | | |
| Inversión | S/ 14 470,00 | | | |
| | | | | |
| Ingresos | | | | |
| Precio de venta | | S/ 56,00 | S/ 56,00 | S/ 56,00 |
| Ventas en sacos x 50 kg. | | 9 098 | 24 438 | 2 6891 |
| Total | | S/ 509 470,64 | S/ 1 368 534,05 | S/ 1 505 918,40 |
| | | | | |
| Egresos | | | | |
| Materia prima | | S/ 34 042,97 | S/ 91 445,82 | S/ 100 625,88 |
| Insumos (sacos) | | S/ 6 368,38 | S/ 17 106,68 | S/ 18 823,98 |
| Energía | | S/ 43 521,41 | S/ 43 521,41 | S/ 43 521,41 |
| Sueldos | | S/ 239 976,00 | S/ 239 976,00 | S/ 239 976,00 |
| Vigilancia | | S/ 12 000,96 | S/ 12 000,96 | S/ 12 000,96 |
| Total | | S/ 295 498,37 | S/ 295 498,37 | S/ 295 498,37 |
| Utilidad operativa | | S/ 213 972,27 | S/ 1 073 035,68 | S/ 1 210 420,03 |
| Ingresos financieros | | S/ 0,00 | S/ 0,00 | S/ 0 00 |
| Otros egresos | | S/ 0,00 | S/ 0,00 | S/ 0 00 |
| UAI | | S/ 213 972,27 | S/ 1 073 035,68 | S/ 1 210 420,03 |
| Impuesto a la renta (30%) | | S/ 152 841,19 | S/ 410 560,21 | S/ 451 775,52 |
| Utilidad neta | | S/ 61 131,08 | S/ 662 475,47 | S/ 758 644,51 |
| | | | | |
| Flujos actuales | -S/. 14,470.00 | S/. 61,131.08 | S/. 662,475.47 | S/. 758,644.51 |

| | |
|-------------------------|----------------|
| B/C | S/ 3,52 |
| Recp. De capital | 2,840 |

En la tabla 90 se realizó un flujo de caja en donde se especifica los ingresos y egresos de dinero durante los tres años proyectados, y como resultado se obtiene que por cada sol invertido la empresa obtiene S/ 2,52 de ganancia, además el retorno de la inversión de esta propuesta de mejora es en 2 meses con 25 días aproximadamente

3.6.3.2. Costo de la propuesta 2

Tabla 91. Máxima producción con mejora

| | |
|---|---------|
| Producción diaria x saco de 50 kg. | 124 |
| Días al mes | 24 |
| Total kg. | 148 800 |

Para la propuesta 2, se realiza el mismo análisis de la propuesta 1, lo que varía es que aquí no se considera compra de maquinaria, se contrata a un operario y la producción varía, ya que con esta propuesta se logra producir 124 sacos de producto terminado lo cual viene a ser 148 800 kg al mes trabajando 24 días al mes. Esto nos servirá para que de acuerdo a la proyección de la demanda realizada en la tabla 92, se puedan obtener al mes los kilogramos necesarios a producir sin exceder.

Tabla 92. Proyección de la demanda

| Año | | Mes | Demanda pronosticada con regresión lineal en kg. | Máxima producción con mejora | Producción propuesta | Total kg producidos | Total en sacos de 50 kg. |
|-------------|----|------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 2017 | 1 | Agosto | 88 424,3 | 148 800 | 88 424,3 | 454 884,5 | 9 098 |
| | 2 | Setiembre | 89 700,6 | 148 800 | 89 700,6 | | |
| | 3 | Octubre | 90 976,9 | 148 800 | 90 976,9 | | |
| | 4 | Noviembre | 92 253,2 | 148 800 | 92 253,2 | | |
| | 5 | Diciembre | 93 529,5 | 148 800 | 93 529,5 | | |
| 2018 | 6 | Enero | 94 805,8 | 148 800 | 94 805,8 | 1 221 905,4 | 24 438 |
| | 7 | Febrero | 96 082,1 | 148 800 | 96 082,1 | | |
| | 8 | Marzo | 97 358,4 | 148 800 | 97 358,4 | | |
| | 9 | Abril | 98 634,7 | 148 800 | 98 634,7 | | |
| | 10 | Mayo | 99 911 | 148 800 | 99 911 | | |
| | 11 | Junio | 101 187,3 | 148 800 | 101 187,3 | | |
| | 12 | Julio | 102 463,6 | 148 800 | 102 463,6 | | |
| | 13 | Agosto | 103 739,9 | 148 800 | 103 739,9 | | |
| | 14 | Septiembre | 105 016,2 | 148 800 | 105 016,2 | | |
| | 15 | Octubre | 106 292,5 | 148 800 | 106 292,5 | | |
| | 16 | Noviembre | 107 568,8 | 148 800 | 107 568,8 | | |
| | 17 | Diciembre | 108 845,1 | 148 800 | 108 845,1 | | |
| 2019 | 18 | Enero | 110 121,4 | 148 800 | 110 121,4 | 1 405 692,6 | 28 113,852 |
| | 19 | Febrero | 111 397,7 | 148 800 | 111 397,7 | | |
| | 20 | Marzo | 112 674 | 148 800 | 112 674 | | |
| | 21 | Abril | 113 950,3 | 148 800 | 113 950,3 | | |
| | 22 | Mayo | 115 226,6 | 148 800 | 115 226,6 | | |
| | 23 | Junio | 116 502,9 | 148 800 | 116 502,9 | | |
| | 24 | Julio | 117 779,2 | 148 800 | 117 779,2 | | |
| | 25 | Agosto | 119 055,5 | 148 800 | 119 055,5 | | |
| | 26 | Septiembre | 120 331,8 | 148 800 | 120 331,8 | | |
| | 27 | Octubre | 121 608,1 | 148 800 | 121 608,1 | | |
| | 28 | Noviembre | 122 884,4 | 148 800 | 122 884,4 | | |
| | 29 | Diciembre | 124 160,7 | 148 800 | 124 160,7 | | |

En la tabla 92 se obtuvo la demanda pronosticada y se comparó con la máxima producción de sacos de acuerdo a la mejora, siendo 208 000 kg, resultando así el total de sacos de 50 kg de producto terminado que deben producirse en los años de 2017 a 2019.

Como el análisis es el mismo que en la propuesta 1, se procede a calcular el análisis económico de la propuesta 2

Tabla 93. Análisis económico propuesta 2

| ÍTEM | Año 0 | 2017 - II | 2018 | 2019 |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Inversión | | | | |
| Inversión | S/ 9880,00 | | | |
| | | | | |
| Ingresos | | | | |
| Precio de venta | | S/ 56,00 | S/ 56,00 | S/ 56,00 |
| Ventas en sacos x 50 kg. | | 9 098 | 24438 | 28 114 |
| Total | | S/ 509 470,64 | S/ 1 368 534,05 | S/ 1 574 375,71 |
| | | | | |
| Egresos | | | | |
| Materia prima | | S/ 26 383,30 | S/ 70 870,51 | S/ 81 530,17 |
| Insumos (sacos) | | S/ 6 368,38 | S/ 17 106,68 | S/ 19 679,70 |
| Energía | | S/ 18 656,06 | S/ 37 312,13 | S/ 37 312,13 |
| Sueldos | | S/ 105 260,50 | S/ 210 521,00 | S/ 210 521,00 |
| Vigilancia | | S/ 12 000,96 | S/ 12 000,96 | S/ 12 000,96 |
| Total | | S/ 168 669,21 | S/ 347 811,28 | S/ 361 043,96 |
| Utilidad operativa | | S/ 340 801,43 | S/ 1 020 722,77 | S/ 1 213 331,76 |
| Ingresos financieros | | S/ 0,00 | S/ 0,00 | S/ 0,00 |
| Otros egresos | | S/ 0,00 | S/ 0,00 | S/ 0,00 |
| UAI | | S/ 3 40 801,43 | S/ 1 020 722,77 | S/ 1 213 331,76 |
| Impuesto a la renta (30%) | | S/ 152 841,19 | S/ 410 560,21 | S/ 472 312,71 |
| Utilidad neta | | S/ 187 960,24 | S/ 610 162,56 | S/ 741 019,04 |
| | | | | |
| Flujos actuales | -S/.9880,00 | S/ 187 960,24 | S/ 610 162,56 | S/ 741 019,04 |
| | B/C | S/ 3,84 | | |
| | Recp. De capital | 1,761 | | |

En la tabla 93 se realizó un flujo de caja en donde se especifica los ingresos y egresos de dinero durante los tres años proyectados, y como resultado se obtiene que por cada sol invertido la empresa obtiene S/ 2,84 de ganancia.

Tabla 94. Comparativo de propuestas

| | PROPUESTAS | |
|--------------|-------------|-------------|
| | PROPUESTA 1 | PROPUESTA 2 |
| B/C | S/ 3,52 | S/ 3,84 |
| Recuperación | 2,840 | 1,716 |

De las dos propuestas evaluadas, si bien la diferencia no es mucha, la propuesta que mejor conviene es la propuesta dos, generando un mayor costo beneficio y un menor tiempo de recuperación del capital.

IV. CONCLUSIONES

Con las propuestas realizadas, el nivel de servicio aumentó en un 100% en ambas, determinando así que no existirían retrasos de pedidos por parte de la empresa, ni rechazos de producto terminado por parte del cliente. Según los escenarios evaluados, la producción aumentó siendo para el escenario 1 un incremento de 200% y para el escenario 2, 300%; lo que significa que la empresa puede cumplir con la demanda e incluso tiene más producto que ofrecer, lo que lleva a que la empresa pueda expandirse en otros mercados y aumentar su participación en el mismo.

A través del diagnóstico realizado en base a la situación actual, se determinó que Procesos Muchik S.R.L. presentó problemas de planificación ya que existían restricciones como retraso de materia prima, incumplimiento de pedidos, mala distribución de planta causando cruces innecesarios, produciendo así ingresos que la empresa dejó de percibir en el período de Marzo del 2016 a Julio del 2017 sumando un total de S/ 791 188,00.

Con la mejora de planificación y control de la producción en la empresa Procesos Muchik S.R.L. se pudo reducir las actividades improductivas en un 1,59% para el escenario 1 y en un 9,77% para el escenario 2. La eficiencia económica incrementó en un 103,74% para el escenario 1 y para el escenario 2 aumentó en 132,89%. El cuello de botella para ambos escenarios se redujo en un 50% y el nivel de servicio aumentó a un 164,83% cumpliendo así con todos los pedidos.

Mediante el análisis costo beneficio de la propuesta se obtiene que el proyecto será factible con una relación de S/ 3,52 para el escenario una y S/ 3,84 para el escenario 2 es decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/2,52 y S/ 2,84 respectivamente, y debido a que no realiza una fuerte inversión se obtiene una utilidad neta de S/ 61 131,08 para el escenario 1 y S/ 187 960,24 para el escenario 2 por lo que este último es el escenario más conveniente para implementar.

V. RECOMENDACIONES

En el área de producción debe haber un encargado o supervisor, el cual se encargue de hacer revisiones constantes que ayude a verificar el cumplimiento del proceso de planeación propuesto así como también monitorear o registrar en fichas u hojas de registro los controles que se realicen para mantener un estricto control y realizar las respectivas mejoras.

Se recomienda implementar la filosofía 5S, la cual permitirá respetar áreas de trabajo; mejorar el orden, la limpieza en la empresa; incrementando la calidad y la productividad, así como la motivación, solidaridad y disciplina generando en la organización ganas de trabajar dentro de ella y así poder lograr mayor competitividad.

De igual forma se recomienda concientizar a los trabajadores en el uso de EPPs y capacitarlos en el uso de estos y así evitar el riesgo de sufrir algún accidente perjudicando su salud e integridad de los mismos.

Todo el personal debe ser capacitado e informado de algún cambio en el proceso para lograr un mejor ritmo de producción y establecer un MOF que permita que el trabajador cumpla con sus respectivas funciones, haciendo necesario que tanto los operarios como la parte administrativa y gerente cuenten con un compromiso para lograr obtener mayores beneficios. De igual forma se debe mantener motivado al personal para que se puedan lograr los objetivos planteados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado, Gerardo. 2012. Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. 1era ed. México

Castro Zuloaga, Carlos Alberto. 2008. Planeación de la producción. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.

Chiavenato, Idalberto. 199. Administración de Recursos humanos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

Chopra, Sunil ; Meindl, Peter. 2008. Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación. Mexico; Prentice Hall.

Cruelles Ruíz, José Agustín. 2012. Stocks, Procesos y Dirección de operaciones: Conoce y gestiona tu fábrica. Barcelona: MARCOMBO S.A.

Cruelles Ruíz, José Agustín. 2013. Mejora de métodos y tiempos de fabricación. Barcelona: MARCOMBO S.A.

Cuatrecasas, LL. 2013. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático. 2da Ed. Barcelona.

Davis Mark M., Aquilano Nicholas J., Chase Richard B. 2001. “Fundamentos de dirección de operaciones”. México. Editorial McGraw-hill

De Lima Orlem, Marcia, Leite y de Souza. 2009, “La importancia de las Funciones de Planificación y Control de la Producción en Fabricación” Revista Producao Online, vol.9;Nº1.

Forero P; Ovalle C. 2013. “Análisis de los Sistemas de Programación en la Gran Empresa de la Región Centro Sur de Caldas-Colombia”. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias vol III, num 10. Accedido el 22 de Mayo del 2016. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215028421010>

Hees Andreas, Reinhart Gunther. “Approach for production planning in reconfigurable manufacturing systems”. ScienceDirect. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115006575>

Heizer, Jay y Render, Barry. 2001. Dirección de la Producción: Decisiones Tácticas, 6ta. Ed. Madrid: Pearson Educación.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censo Nacional Agropecuario (2012).

<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf> (consultada en Agosto del 2016)

Miranda Gonzalez, F.J., Rubio, S., Chamorro, A. y Bañegil, T. 2005 ‘Manual de dirección de operaciones’. Editorial Thomson.

Mula, J; Poler, R; García, J. 2005. “Evaluación de Sistemas para la Planificación y Control de la producción.” Información tecnológica. 2006. Accedido el 15 de Abril del 2016. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=so718-07642006000100004&script=sci_arttext

Mundel Marvin. 1984. Estudio de tiempos y movimientos. Primera edición, México

Ramírez Gloria, Marcela Torne, Juan Orejuela. 2012 “Programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras en una empresa de concentrados”. Redalyc. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75025069014>

Román, Pilar; María M. Martínez; Alberto Pantoja. “Manual de compostaje del agricultor”. Consultada 15 Agosto, 2016. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Peña Ivailo y Rene Santa Cruz, 2011 “Modelo de Planeación de la producción para una empresa agroindustrial”; Revista de Ingeniería Industrial Universidad Católica Boliviana, Vol.1, n°2.

Rivera Juan, Edith Ortega y Pereyra Julio. 2014. “Diseño e implementación del sistema MRP en las PYMES”. Redalyc. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856006>

Rojas, J. y Escudero, S. 2000 “Reprogramación de operaciones en procesos de producción: Complejidad y alternativas de resolución”. Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

Rojas Rodríguez Carlos. 1996. Diseño y control de producción. Trujillo. Editorial Libertad E.I.R.L.

Tenhiala Antti y Pekka Helkio. 2014. “Performance effects of using an ERP system for manufacturing planning and control under dynamic market requirements”. Sciencedirect. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696314000357>

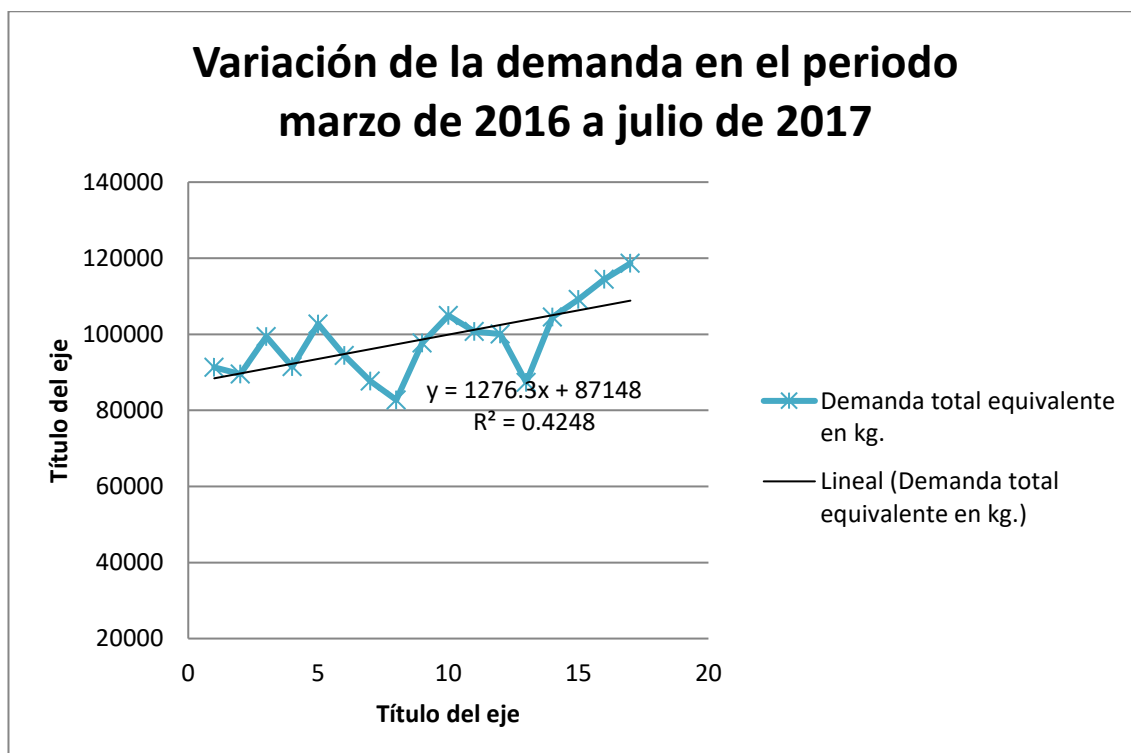
Yang, Shung; Tobias Arndt; Gisela Lanza. “A flexible simulation support for production planning and control in small and medium enterprises”. *Procedia CIRP*. Volumen, 56. (2016): 389,394. Consultado 15 Agosto, 2017 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711631054X>

Zapata F.; R.N. Roy. “Fertilizantes y nutrición vegetal”. Consultada 8 Noviembre, 2016. <http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo N°1. Proyección de la demanda

Según la demanda histórica de la empresa de la tabla 5 del diagnóstico se procede a realizar una proyección de la demanda y se tuvo la siguiente imagen.



Se obtuvo un coeficiente de correlación el cual marca una pendiente positiva. A partir de esta figura se procederá a realizar la proyección. Utilizando como fórmula:

$$y = 1\,276,3x + 87\,148$$

Donde “x” viene a estar determinado por el número de mes evaluado. Se tiene a continuación la siguiente tabla:

| Año | | Mes | Demanda pronosticada con regresión lineal en kg. | Demanda en sacos de 50 kg |
|-------------|----|------------|---|----------------------------------|
| 2017 | 1 | Agosto | 88424.3 | 1768 |
| | 2 | Setiembre | 89700.6 | 1794 |
| | 3 | Octubre | 90976.9 | 1820 |
| | 4 | Noviembre | 92253.2 | 1845 |
| | 5 | Diciembre | 93529.5 | 1871 |
| 2018 | 6 | Enero | 94805.8 | 1896 |
| | 7 | Febrero | 96082.1 | 1922 |
| | 8 | Marzo | 97358.4 | 1947 |
| | 9 | Abril | 98634.7 | 1973 |
| | 10 | Mayo | 99911 | 1998 |
| | 11 | Junio | 101187.3 | 2024 |
| | 12 | Julio | 102463.6 | 2049 |
| | 13 | Agosto | 103739.9 | 2075 |
| | 14 | Septiembre | 105016.2 | 2100 |
| | 15 | Octubre | 106292.5 | 2126 |
| | 16 | Noviembre | 107568.8 | 2151 |
| | 17 | Diciembre | 108845.1 | 2177 |
| 2019 | 18 | Enero | 110121.4 | 2202 |
| | 19 | Febrero | 111397.7 | 2228 |
| | 20 | Marzo | 112674 | 2253 |
| | 21 | Abril | 113950.3 | 2279 |
| | 22 | Mayo | 115226.6 | 2305 |
| | 23 | Junio | 116502.9 | 2330 |
| | 24 | Julio | 117779.2 | 2356 |
| | 25 | Agosto | 119055.5 | 2381 |
| | 26 | Septiembre | 120331.8 | 2407 |
| | 27 | Octubre | 121608.1 | 2432 |
| | 28 | Noviembre | 122884.4 | 2458 |
| | 29 | Diciembre | 124160.7 | 2483 |

En esta tabla se proyectó desde el mes de agosto del 2017 al mes de diciembre del 2016

ANEXO 2. Tabla de valorización de pedidos rechazados de fertilizantes Multiphos de marzo 2016 a enero del 2017

| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| mar-16 | 1 | Danilo Gonzales | 15 | S/ 58,00 | S/ 870,00 |
| | 2 | Kathia Figueroa | 35 | S/ 58,00 | S/ 2 030,00 |
| | 3 | Yaqueline Rimarachin | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| | 4 | Agro Comercial Rojas | 30 | S/ 58,00 | S/ 1 740,00 |
| | 5 | Gavino Carranza | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 130 | | S/ 7 540,00 |
| MES | PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| abr-16 | 1 | Agro Markit Perú S.A.C | 17 | S/ 58,00 | S/ 986,00 |
| | 2 | Agroindustria el paisita E.I.R.L. | 70 | S/ 58,00 | S/ 4 060,00 |
| | 3 | Inversiones Agrícola El Amigo | 32 | S/ 58,00 | S/ 1 856,00 |
| | 4 | Azucarera del Norte | 97 | S/ 58,00 | S/ 5 626,00 |
| | 5 | Andres tamay | 45 | S/ 58,00 | S/ 2 610,00 |
| | 6 | Agro Campo | 83 | S/ 58,00 | S/ 4 814,00 |
| | 7 | Olga Saavedra | 20 | S/ 58,00 | S/ 1 160,00 |
| | 8 | Agrotecnia S.A.C | 54 | S/ 58,00 | S/ 3 132,00 |
| | 9 | Pedro Baldera | 38 | S/ 58,00 | S/ 2 204,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 456 | | S/ 26 448,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| may-16 | 1 | Amalia Sanchez | 50 | S/ 58,00 | S/ 2 900,00 |
| | 2 | Fustamante Santana | 82 | S/ 58,00 | S/ 4 756,00 |
| | 3 | Domingo Carrera | 43 | S/ 58,00 | S/ 2 494,00 |
| | 4 | Tecnología para el Agro E.I.R.L. | 88 | S/ 58,00 | S/ 5 104,00 |
| | 5 | Inversiones Norte | 65 | S/ 58,00 | S/ 3 770,00 |
| | 6 | Santos Mendo | 30 | S/ 58,00 | S/ 1 740,00 |

| | 7 | Semillas Piuranas S.A.C. | 75 | S/ 58,00 | S/ 4 350,00 |
|------------------------------|--------------------|--|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 433 | | S/ 25 114,00 |
| MES | PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| jun-16 | 1 | Agrotecnia S.A.C. | 50 | S/ 58,00 | S/ 2 900,00 |
| | 2 | Agrosol Rioja S.A.C. | 58 | S/ 58,00 | S/ 3 364,00 |
| | 3 | Olga Brisaida | 24 | S/ 58,00 | S/ 1 392,00 |
| | 4 | Agro Comercial Rojas | 40 | S/ 58,00 | S/ 2 320,00 |
| | 5 | Danilo Gonzales | 22 | S/ 58,00 | S/ 1 276,00 |
| | 6 | Andres Tamay | 37 | S/ 58,00 | S/ 2 146,00 |
| | 7 | Representaciones Rabanal S.R.L. | 103 | S/ 56,00 | S/ 5 768,00 |
| | 8 | Victor Sifuentes | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| | 9 | Asociación de pequeños agricultores | 75 | S/ 58,00 | S/ 4 350,00 |
| | 10 | Miguel Fernández | 15 | S/ 58,00 | S/ 870,00 |
| | 11 | Sara Torres | 24 | S/ 58,00 | S/ 1 392,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 473 | | S/ 27 228,00 |
| MES | PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| jul-16 | 1 | Negocios Bafer E.I.R.L | 36 | S/ 58,00 | S/ 2 088,00 |
| | 2 | Kathia Figueroa | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| | 3 | Agro Campo | 77 | S/ 58,00 | S/ 4 466,00 |
| | 4 | Fustamante Santana | 58 | S/ 58,00 | S/ 3 364,00 |
| | 5 | Karina Roncal | 35 | S/ 58,00 | S/ 2 030,00 |
| | 6 | Julio Velasquez | 40 | S/ 58,00 | S/ 2 320,00 |
| | 7 | Joel Altamirano | 28 | S/ 58,00 | S/ 1 624,00 |
| | 8 | Colocho | 63 | S/ 58,00 | S/ 3 654,00 |
| | 9 | Porfirio Rojas | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| | 10 | Agroindustria el paisita E.I.R.L. | 110 | S/ 56,00 | S/ 6 160,00 |
| | 11 | Palacios consultores & asesores S.A.C. | 55 | S/ 58,00 | S/ 3 190,00 |

| | 12 | El chotanito E.I.R.L. | 50 | S/ 58,00 | S/ 2 900,00 |
|------------------------------|------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| | 13 | Comercial Saavedra | 34 | S/ 58,00 | S/ 1 972,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 636 | | S/ 36 668,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| ago-16 | 1 | Agrocomercial Quintana | 35 | S/ 58,00 | S/ 2 030,00 |
| | 2 | Agrosol Rioja S.A.C. | 72 | S/ 58,00 | S/ 4 176,00 |
| | 3 | Juan Carlos de la Cruz Seclen | 85 | S/ 58,00 | S/ 4 930,00 |
| | 4 | Azucareras el Norte | 46 | S/ 58,00 | S/ 2 668,00 |
| | 5 | Ingeniería y tecnología para el agro E.I.R.L. | 63 | S/ 58,00 | S/ 3 654,00 |
| | 6 | Amalia Sanchez | 22 | S/ 58,00 | S/ 1 276,00 |
| | 7 | Jaqueline Rimarachin | 34 | S/ 58,00 | S/ 1 972,00 |
| | 8 | Agro Markit Perú S.A.C. | 55 | S/ 58,00 | S/ 3 190,00 |
| | 9 | Inlia S.A.C. | 90 | S/ 58,00 | S/ 5 220,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 502 | | S/ 20 706,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| sep-16 | 1 | Danilo Gonzales | 24 | S/ 58,00 | S/ 1 392,00 |
| | 2 | Inversiones Agrícola El Amigo | 75 | S/ 58,00 | S/ 4 350,00 |
| | 3 | Semillas Piuranas S.A.C. | 84 | S/ 58,00 | S/ 4 872,00 |
| | 4 | Domingo Carrera | 37 | S/ 58,00 | S/ 2 146,00 |
| | 5 | Olga Brisaida | 26 | S/ 58,00 | S/ 1 508,00 |
| | 6 | Gavino Carranza | 46 | S/ 58,00 | S/ 2 668,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 292 | | S/ 16 936,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| oct-16 | 1 | Agroindustrias Químicas Río Santa S.A.C. | 42 | S/ 58,00 | S/ 2 436,00 |
| | 2 | Representaciones Rabanal S.R.L. | 60 | S/ 58,00 | S/ 3 480,00 |
| | 3 | Amalia Sanchez | 22 | S/ 58,00 | S/ 1 276,00 |

| | 4 | Santos Mendo | 34 | S/ 58,00 | S/ 1 972,00 |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| | 5 | El chotanita E.I.R.L. | 78 | S/ 58,00 | S/ 4 524,00 |
| | 6 | Porfirio Rojas | 25 | S/ 58,00 | S/ 1 450,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 261 | | S/ 15 138,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| nov-16 | 1 | Joel Altamirano | 23 | S/ 58,00 | S/ 1 334,00 |
| | 2 | Colocho | 65 | S/ 58,00 | S/ 3 770,00 |
| | 3 | Olga Saavedra | 18 | S/ 58,00 | S/ 1 044,00 |
| | 4 | Inversiones Norte | 55 | S/ 58,00 | S/ 3 190,00 |
| | 5 | Asociación de pequeños agricultores | 46 | S/ 58,00 | S/ 2 668,00 |
| | 6 | Julio Velasquez | 35 | S/ 58,00 | S/ 2 030,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 242 | | S/ 14 036,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| dic-16 | 1 | Sara Torres | 28 | S/ 58,00 | S/ 1 624,00 |
| | 2 | Victor Sifuentes | 45 | S/ 58,00 | S/ 2 610,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 73 | | S/ 4 234,00 |
| MES | NÚMERO DE PEDIDOS RECHAZADOS | CLIENTE | CANTIDAD DE BOLSAS DE 50KG RECHAZADAS | PRECIO POR UNIDAD | PÉRDIDA |
| ene-17 | 1 | Comercial Saavedra | 56 | S/ 58,00 | S/ 3 248,00 |
| | 2 | Pedro Baldera | 30 | S/ 58,00 | S/ 1 740,00 |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS | | | 86 | | S/ 4 988,00 |

**TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS
MARZO 2016 - ENERO 2017**

S/ 199 036,00

ANEXO 3. Pedidos no ingresados en el periodo Marzo 2016 a Julio 2017

| MES | CLIENTE NUEVO | N° DE SACOS | PRECIO POR UNIDAD | INGRESOS NO PERCIBIDOS |
|------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|
| mar-16 | Huamán Tejedo | 110 | S/ 56,00 | S/ 6 160,00 |
| | Agroindustria Tocache | 95 | S/ 58,00 | S/ 5 510,00 |
| | Agronegocios del oriente S.A.C | 170 | S/ 56,00 | S/ 9 520,00 |
| | Saturnino Cornejo Cruz | 183 | S/ 56,00 | S/ 10 248,00 |
| | Brisaida Delgado | 87 | S/ 58,00 | S/ 5 046,00 |
| TOTAL | | 645 | , | S/ 36 484,00 |
| abr-16 | Inversiones y servicios oriana S.A.C | 214 | S/ 56,00 | S/ 11 984,00 |
| | Aspro cooperación | 126 | S/ 56,00 | S/ 7 056,00 |
| | Fertilizantes Peruanos S.A.C | 77 | S/ 58,00 | S/ 4 466,00 |
| | Agronegocios Velasquez | 143 | S/ 56,00 | S/ 8 008,00 |
| TOTAL | | 560 | | S/ 31 514,00 |
| may-16 | Ecoagro E.I.R.L | 169 | S/ 56,00 | S/ 9 464,00 |
| | Fausto Tafur | 96 | S/ 58,00 | S/ 5 568,00 |
| | Norandino S.A.C | 124 | S/ 56,00 | S/ 6 944,00 |
| | A y B agroindustrias | 217 | S/ 56,00 | S/ 12 152,00 |
| | Vivero los Incas | 60 | S/ 58,00 | S/ 3 480,00 |
| | Alberca Gálvez Hector | 55 | S/ 58,00 | S/ 3 190,00 |
| TOTAL | | 721 | | S/ 40 798,00 |
| jun-16 | Agronegocios S.A.C | 130 | S/ 56,00 | S/ 7 280,00 |
| | Manuelita | 172 | S/ 56,00 | S/ 9 632,00 |
| | Paraíso Central | 121 | S/ 56,00 | S/ 6 776,00 |
| | Servicios agrícolas | 98 | S/ 58,00 | S/ 5 684,00 |
| | María Quiroz Cisneros | 104 | S/ 56,00 | S/ 5 824,00 |
| TOTAL | | 625 | | S/ 35 196,00 |
| jul-16 | Killer Hidalgo More | 87 | S/ 58,00 | S/ 5 046,00 |
| | Chirens S.A.C. | 94 | S/ 58,00 | S/ 5 452,00 |
| | Empresa San Juan S.A | 145 | S/ 56,00 | S/ 8 120,00 |
| | Mijahuanca Ramirez Ronny | 107 | S/ 56,00 | S/ 5 992,00 |
| | Percy Flores Chavez | 62 | S/ 58,00 | S/ 3 596,00 |
| | Agrícola San Juan | 184 | S/ 56,00 | S/ 10 304,00 |
| TOTAL | | 679 | | S/ 38 510,00 |
| ago-16 | Walter Castillo | 124 | S/ 56,00 | S/ 6 944,00 |
| | Comercializadora Fertiagro S.R.L. | 148 | S/ 56,00 | S/ 8 288,00 |
| | César Navarro Torres | 173 | S/ 56,00 | S/ 9 688,00 |
| | Díaz Nuñez Antonia | 196 | S/ 56,00 | S/ 10 976,00 |
| TOTAL | | 641 | | S/ 35 896,00 |
| sep-16 | Organic E.I.R.L. | 136 | S/ 56,00 | S/ 7 616,00 |
| | Warma | 127 | S/ 56,00 | S/ 7 112,00 |

| | | | | |
|--------|--------------------------------------|-----|----------|--------------|
| | Silverio Trejo Gonzáles | 168 | S/ 56,00 | S/ 9 408,00 |
| | CarlosBravo López | 184 | S/ 56,00 | S/ 10 304,00 |
| | Chapi S.A. | 94 | S/ 58,00 | S/ 5 452,00 |
| TOTAL | | 709 | | S/ 39 892,00 |
| oct-16 | Oscar Castro Preciado | 54 | S/ 58,00 | S/ 3 132,00 |
| | Santa Clara S.R.L. | 93 | S/ 58,00 | S/ 5 394,00 |
| | Efraín Valdivia Moreno | 76 | S/ 58,00 | S/ 4 408,00 |
| | Jorge Uchofen Morales | 136 | S/ 56,00 | S/ 7 616,00 |
| | Fundo Jireh E.I.R.L. | 87 | S/ 58,00 | S/ 5 046,00 |
| | Adela Cáceres Santisteban | 187 | S/ 56,00 | S/ 10 472,00 |
| TOTAL | | 633 | | S/ 36 068,00 |
| nov-16 | Romero Fertilizantes | 88 | S/ 58,00 | S/ 5 104,00 |
| | José Fernández Albarado | 94 | S/ 58,00 | S/ 5 452,00 |
| | Ramón García Nunjar | 125 | S/ 56,00 | S/ 7 000,00 |
| | Agrícola hoja redonda | 190 | S/ 56,00 | S/ 10 640,00 |
| | Daniel García San Martín | 57 | S/ 58,00 | S/ 3 306,00 |
| TOTAL | | 554 | | S/ 31 502,00 |
| dic-16 | Asociación de agricultores del norte | 214 | S/ 56,00 | S/ 11 984,00 |
| | Fermín Ruiz Timani | 122 | S/ 56,00 | S/ 6 832,00 |
| | Córdova Salinas Isabel | 147 | S/ 56,00 | S/ 8 232,00 |
| | Manuel Vasquez Castillo | 186 | S/ 56,00 | S/ 10 416,00 |
| TOTAL | | 669 | | S/ 37 464,00 |
| ene-17 | Chavin de Huantar S.A. | 63 | S/ 58,00 | S/ 3 654,00 |
| | Carlos Farfán Agapito | 97 | S/ 58,00 | S/ 5 626,00 |
| | Castillo Medina Edi | 132 | S/ 56,00 | S/ 7 392,00 |
| | César Preciado Villa | 174 | S/ 56,00 | S/ 9 744,00 |
| | Las lomas de chilca | 100 | S/ 56,00 | S/ 5 600,00 |
| TOTAL | | 566 | | S/ 32 016,00 |
| feb-17 | Huamán Tejedo | 89 | S/ 58,00 | S/ 5 162,00 |
| | Warma | 123 | S/ 56,00 | S/ 6 888,00 |
| | Mijahuanca Ramirez Ronny | 105 | S/ 56,00 | S/ 5 880,00 |
| | Paraíso Central | 210 | S/ 56,00 | S/ 11 760,00 |
| TOTAL | | 527 | | S/ 29 690,00 |
| mar-17 | Brisaida Delgado | 100 | S/ 56,00 | S/ 5 600,00 |
| | Fausto Tafur | 156 | S/ 56,00 | S/ 8 736,00 |
| | A y B agroindustrias | 175 | S/ 56,00 | S/ 9 800,00 |
| TOTAL | | 431 | | S/ 24 136,00 |
| abr-17 | Aspro cooperación | 142 | S/ 56,00 | S/ 7 952,00 |
| | Alberca Gálvez Hector | 96 | S/ 58,00 | S/ 5 568,00 |
| | María Quiroz Cisneros | 90 | S/ 58,00 | S/ 5 220,00 |
| | Agro Markit Perú S.A.C. | 195 | S/ 56,00 | S/ 10 920,00 |
| | Oscar Castro Preciado | 55 | S/ 58,00 | S/ 3 190,00 |
| TOTAL | | 578 | | S/ 32 850,00 |
| may-17 | El Raicita S.A | 125 | S/ 56,00 | S/ 7 000,00 |
| | Palacios del Norte E.I.R.L | 167 | S/ 56,00 | S/ 9 352,00 |

| | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|----------|----------------------|
| | Agrícola San Juan | 142 | S/ 56,00 | S/ 7 952,00 |
| | Chapi S.A. | 104 | S/ 56,00 | S/ 5 824,00 |
| | Ernesto Ramon Ticliahuanca | 85 | S/ 58,00 | S/ 4 930,00 |
| TOTAL | | 623 | | S/ 35 058,00 |
| jun-17 | Agrotecnic S.A.C | 185 | S/ 56,00 | S/ 10 360,00 |
| | Francisco de la Cruz | 78 | S/ 58,00 | S/ 4 524,00 |
| | Sevilla Fertilizantes | 90 | S/ 58,00 | S/ 5 220,00 |
| | Tecnoferti E.I.R.L | 150 | S/ 56,00 | S/ 8 400,00 |
| | Fundo Jota | 147 | S/ 56,00 | S/ 8 232,00 |
| TOTAL | | 650 | | S/ 36 736,00 |
| jul-17 | Teresa Valverde Chero | 110 | S/ 56,00 | S/ 6 160,00 |
| | Campoverde S.A | 205 | S/ 56,00 | S/ 11 480,00 |
| | Rioja agro | 75 | S/ 58,00 | S/ 4 350,00 |
| | Molinos & Cia | 172 | S/ 56,00 | S/ 9 632,00 |
| | ChotanicAgro S.A.C. | 120 | S/ 56,00 | S/ 6 720,00 |
| TOTAL | | 682 | | S/ 38 342, 00 |
| TOTAL PEDIDOS NO INGRESADOS | | 10 493 | | |
| TOTAL INGRESOS NO PERCIBIDOS MARZO 2016 - JULIO 2017 | | S/ 592 152,00 | | |

ANEXO 4. Cotización de monitoreo ambiental**CLB TECNO LÓGICA S.A.C.**

**PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA
EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL
AÑO 2017
CLB-MONIT-006/17**

NOVIEMBRE, 2017

**7.1 Jr. Murcia N° 321, Urb. Javier Prado 5ta. Etapa – San Luis – Telefax: 346 1344 –
Telf.: 346 4395 – e-mail: raquino@clb.com.pe www.clb.com.pe**

PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA

EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL DE RUIDO AÑO 2017

1. OBJETIVO

A fin de cumplir con lo solicitado; la Empresa Consultora CLB Tecno Lógica S.A.C. registrada en el Ministerio de la Producción, ha elaborado la siguiente propuesta para realizar la Evaluación de monitoreo ambiental correspondiente al año 2017.

2. ALCANCES DEL SERVICIO

El servicio comprenderá:

- Inspección de las instalaciones de la planta
- Monitoreo
- Informe

3. DETALLES DEL SERVICIO

3.1. Inspección: Tiene como objetivo reconocer y ubicar los puntos los puntos de monitoreo.

3.2 Monitoreo: Para la realización de los monitoreos se seguirán los lineamientos del protocolo. Cumplimiento con los dispositivos Técnico -Legales de Protección Ambiental en el Sector Industrias con el D.S. 019-97-ITINCI

Los monitoreos comprenderán:

- **MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE**

El monitoreo de la calidad del aire medirá las concentraciones de partículas en suspensión PM-10 Dióxido de azufre, SO₂, Dióxido de nitrógeno, NO₂,
Se compararan los resultados con los estándares nacionales de calidad del aire del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM).

- **MONITOREO DE LA CALIDAD DEL RUIDO**

Para el monitoreo de ruidos, los valores obtenidos se comparará con los estándares nacionales de calidad ambiental del ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

- **MONITOREO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

Los parámetros a considerar serán:

- PH
- Temperatura
- Sólidos sedimentables
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Aceites y grasas
- Caudal
- Residuo total
- Sólidos en suspensión

El análisis de agua se realizarán de acuerdo a los métodos estándar para análisis de aguas residuales, los resultados con el D.S. N° 28-60PL: Reglamento de Desagües Industriales.

4. COSTOS DEL SERVICIO

B. Monitoreo ambiental

| DESCRIPCIÓN | PARÁMETROS | PRECIO UNITARIO x MONITOREO S/ | PRECIO TOTAL S/ |
|------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------|
| Monitoreo (aprox. 10 puntos) | Medir y documentar los niveles y variaciones de contaminantes generados por la actividad productiva, | 350,00 x 20 | 7 000,00 |
| | | Sub Total S/ | 7 000,00 |

C. Elaboración y presentación del Informe

| DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO S/ | PRECIO TOTAL S/ |
|--|-----------------------|--------------------|
| Elaboración del Informe de Monitoreo de ruido Ambiental: incluye interpretación de resultados croquis de los puntos de monitoreo, vistas fotográficas. | 500,00 | 500,00 |
| | Sub Total S/ | 500,00 |

D. Personal de muestreo

| DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO S/ | PRECIO TOTAL S/ |
|---|---------------------|-----------------|
| Costo x día de muestreo del especialista. | 200,00 x 2 | 400,00 |
| | Sub Total S/ | 400,00 |

E. Movilidad y gastos administrativos

| DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO S/. | PRECIO TOTAL S/. |
|--|---------------------|------------------|
| Movilidad del personal Lima – Chiclayo – Lima, alojamiento, viáticos y otros | 1 000,00 | 1 000,00 |
| | Sub Total S/ | 1 000,00 |

| | |
|----------------------------|--------------------|
| COSTO TOTAL GENERAL | S/ 8 900,00 |
|----------------------------|--------------------|

COSTO TOTAL: S/. 8 900,00

SON: OCHO MIL NOVECIENTOS CON 00/100 NUEVOS SOLES

5. FORMA DE PAGO

- 50% al inicio de los trabajos con la orden de compra
- 50% a la entrega del informe

Nota: Nuestros equipos se encuentran debidamente calibrados y certificados